RGNOS™ 用户配置指导手册

链路层协议配置

目 录

RGNOS™用户配置指导手册 1
第一章 HDLC协议配置 5
1.1 HDLC协议介绍 5
1.2 HDLC配置 5
1.2.1 HDLC 配置任务清单 5
1.2.2 配置接口封装协议 5
1.2.3 配置keepalive时间 6
1.3 HDLC监控和维护 6
第二章 PPP、MP协议配置 8
2.1 PPP、MP协议介绍 8
2.1.1 PPP运行过程及原理 8
2.1.2 PPP的验证方式 8
2.1.3 MP协议介绍 9
2.2 PPP的配置 9
2.2.1 PPP配置任务清单 9
2.2.2 配置接口封装协议 9
2.2.3 配置PPP CHAP被验证方 10
2.2.4 配置PPP CHAP验证方 10
2.2.5 配置PPP PAP被验证方 11
2.2.6 配置PPP PAP验证方 11
2.2.7 配置PPP协商参数 12
2.3 MP的配置 12
2.3.1 Dialer接口配置MP 12
2.3.2 Multilink接口配置MP 15
2.3.3 Virtual-Template接口配置MP 16
2.4 PPP的监控和维护 18
2.4.1 显示协议的接口信息 18
2.4.2 PPP调试信息 19
2.5 PPP 典型配置举例 21
2.5.1 PPP PAP认证举例 21
2.5.2 PPP CHAP认证举例 22
2.5.3 MP配置举例 23
2.6 PPP故障和诊断 25
2.6.1 接口无法UP 26
2.6.2 链路协议无法UP 26
2.6.3 链路Up，无法Ping通 26
第三章 帧中继协议配置 28
3.1 帧中继协议介绍 28
3.1.1 帧中继相关概念 28
3.1.2 帧中继本地协商过程 29
3.2 帧中继配置 29
3.2.1 帧中继配置任务清单 30

3.2.2 配置接口封装协议 30
3.2.3 配置帧中继协议的接口类型 30
3.2.4 配置地址映射 31
3.2.5 配置本地虚电路号DLCI 32
3.2.6 配置本地管理接口LMI类型 32
3.2.7 配置本地管理接口LMI其它相关参数 32
3.2.8 配置帧中继交换 33
3.2.9 配置帧中继子接口 34
3.3 帧中继监控和维护 36
3.3.1 帧中继调试信息 36
3.3.2 帧中继链路维护命令 37
3.4 帧中继典型配置举例 39
3.4.1 配置帧中继IETF DTE示例 39
3.4.2 配置帧中继IETF DCE示例 40
3.4.3 配置帧中继子接口－点到点子接口示例 41
3.4.4 配置帧中继子接口－点到多点子接口示例 42
3.4.5 配置帧中继交换示例 44
3.5 帧中继故障和诊断 45
3.5.1 接口无法Up 45
3.5.2 接口Up，链路协议无法Up 45
3.5.3 链路协议Up，但是无法Ping通对方 46
第四章 LAPB、X2.5 配置 47
4.1 LAPB、X2.5 协议介绍 47
4.2 LAPB配置 47
4.2.1 LAPB配置任务清单 47
4.2.2 配置接口封装协议 48
4.2.3 配置LAPB参数 48
4.3 X.25 配置 49
4.3.1 X.25 配置任务清单 49
4.3.2 配置接口封装协议 49
4.3.3 配置X.25 的X.121 地址和映射 50
4.3.4 配置X.25 虚电路信道范围 50
4.3.5 配置X.25 流量控制 52
4.3.6 配置 模数Modulo大小 52
4.3.7 配置X.25 超时时间 54
4.3.8 配置X.25 永久虚电路PVC 54
4.3.9 配置X.25 高级功能 55
4.4 LAPB监控和维护 55
4.5 X.25 监控和维护 56
4.5.1 X.25 调试信息 56
4.5.2 显示X.25 接口信息 56
4.5.3 X.25 维护命令 58
4.6 LAPB、X.25 典型配置举例 58
4.6.1 典型LAPB封装配置示例 58

4.6.2 典型X.25 配置示例 59
4.6.3 X.25 子接口配置示例 60
4.7 LAPB、X.25 故障和诊断 61
4.7.1 LAPB链路层没有Up 61
4.7.2 链路协议Up，但是IP通讯不正常 62

第一章 HDLC 协议配置

1.1 HDLC 协议介绍

RGNOS 支持 Cisco HDLC 私有协议,Cisco HDLC 协议和 ISO HDLC 有所不同,Cisco HDLC 采用 SDLC 的帧格式，支持同步，全双工操作，却不能支持 ISO HDLC 的流量控制，是不可靠的连接，封装该协议后的可靠连接是由上层完成，HDLC 具有效率高、实现简单的特点，是点到点链路协议。

说明:

可靠连接是指数据通讯过程中采用报文确认的机制,如果丢包则重传,超时则断连。点到点协议是指通讯的主体之间是一一对应的关系,能够通讯的设备不构成一对多的关系，支持点到点协议的还有 PPP 协议、SLIP 协议，而点到多点的有 X.25、Frame-Relay。

HDLC 工作原理可以从协商建立连接、传输报文、超时断连三个阶段来看：

协商建立过程：HDLC 每隔 10 秒钟后互相发送链路探测的协商报文，报文的收发顺序是由序号决定的，序号失序则造成链路中断。这种用来探询点到点链路是否激活状态的报文称之为 keepalive 报文。

传输报文过程:将 IP 报文封装在 HDLC 层上,数据传输过程中,仍然进行 keepalive 的报文协商以探测链路的合法有效。

超时断连阶段：当封装 HDLC 的接口连续 3 次(当接收包速率超过 1000packets/s 时，为 6 次)无法收到对方对自己的递增序号的确认时，HDLC 协议 Line Protocol 由 Up 向 Down 转变。此时链路处于瘫痪状态，数据无法通讯。

1.2 HDLC 配置

1.2.1 HDLC 配置任务清单

HDLC 配置非常简单，只是按如下的任务清单来配置。

- **配置接口封装协议**
- **配置 keepalive 时间**

1.2.2 配置接口封装协议

同步口上缺省封装的协议是 HDLC，如果从其它协议改变封装到 HDLC 协议，请用如下的命令来指定：

命令	作用

Ruijie(config-if)#**encapsulation hdlc**	封装 HDLC 协议

1.2.3 配置 keepalive 时间

同步口的 HDLC 可以配置的参数只有 keepalive 的间隔时间，缺省是 10 秒，可以根据链路的流量来设置这个时间，命令格式如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)#**keepalive** *seconds*	设置 HDLC keepalive 的间隔时间

1.3 HDLC 监控和维护

命令	作用
Ruijie#**debug hdlc events**	打开 HDLC 链路状态事件调试开关
Ruijie#**debug hdlc packets**	打开 HDLC 收发报文调试开关

1. **debug hdlc events**

如果封装了 HDLC，以 Serial1/0 接口为例，在报文 keepalive 协商过程中可以打印如下的信息：

```
%Interface serial 1/0 : receive one HDLC keepalive packet.
%Interface serial 1/0 send one keepalive packet:
   my_seq = 21, my_seen = 20, your_seen = 16
   line protocol is UP, not in loopback state.
%Interface serial 1/0 : receive one HDLC keepalive packet.
%Interface serial 1/0 send one keepalive packet:
   my_seq = 22, my_seen = 21, your_seen = 17
   line protocol is UP, not in loopback state.
```

以上述的调试信息为例，my_seq 是指本地端发送的报文序号，my_seen 是指此前收到的对端路由器对本地 HDLC keepalive 报文认可的序号，your_seen 是指本地对端认可的序号，序号是递增的。请看如下的调试信息：

```
%Interface serial 1/0 : receive one HDLC keepalive packet.
%Interface serial 1/0 send one keepalive packet:
   my_seq = 21, my_seen = 20, your_seen = 16
   line protocol is UP, not in loopback state.
%Interface serial 1/0 send one keepalive packet:
   my_seq = 22, my_seen = 20, your_seen = 16
   line protocol is UP, not in loopback state.
%Interface serial 1/0 send one keepalive packet:
   my_seq = 23, my_seen = 20, your_seen = 16
   line protocol is UP, not in loopback state.
```

本地的序号 my_seq 根据 keepalive 的时间不断的递增，但未收到对方路由器的 Keep alive 报文，my_seen 始终都是 20，本地也没有办法对对方的序号 your_seen

的递增认可，说明在通讯的过程中由于某种原因对方路由器的报文无法到达本地的 HDLC 协议层，原因可能是对方设备的关机或者是线路传输的原因。

2. debug hdlc packets

打开 HDLC 收发报文调试开关，打印出 HDLC 收到的或要发送的所有报文(包括报文长度，接收的报文类型)，如果报文长度超过 64 字节，则只打印出头 64 字节，示例如下：

```
Interface serial 1/0 HDLC input:
  packet->len = 22(0x16):
  8F 00 80 35 00 00 00 02 00 00 00 16 00 00 00 1A
  FF FF 00 5C E2 53
  packet->pkt_type = 3(PDD_RARP)
Interface serial 1/0 HDLC output:
  packet->len = 22(0x16):
  8F 00 80 35 00 00 00 02 00 00 00 1B 00 00 00 16
  FF FF 00 5F 8E D9
```

第二章 PPP、MP 协议配置

2.1 PPP、MP 协议介绍

PPP 协议是提供在点到点链路上承载网络层数据包的一种链路层协议。PPP 定义了一整套的协议包括链路控制协议（LCP）、网络层控制协议（NCP）和验证协议（PAP 和 CHAP）。PPP 由于能够提供用户验证、易于扩充和支持同异步而获得较广泛的应用。有关于 PPP 的协议规范详见 RFC 1661。

2.1.1 PPP 运行过程及原理

- PPP 在建立链路之前将首先进行 LCP 协商，协商内容包括工作方式是 SP 还是 MP、验证方式和最大传输单元等项目。
- LCP 协商过后就进入 Establish 阶段，此时 LCP 状态为 opened，表示链路已经建立。
- 如果配置了验证（远端验证本地或者本地验证远端）就进入 Authenticate 阶段，开始 CHAP 或 PAP 验证。
- 如果验证失败进入 Terminate 阶段，拆除链路，LCP 状态转为 closed；如果验证成功就进入 Network 协商阶段（NCP），此时 LCP 状态仍为 opened，而 IPCP 和 IPXCP 状态从 closed 转到 opened。
- NCP 协商支持 IPCP、IPXCP 和 BRIDGECP 协商，IPCP 协商主要包括双方的 IP 地址，IPXCP 协商主要包括双方的网络号和节点号，BRIDGECP 协商主要包括双方的 MAC 地址、MAC 地址类型、生成树和 Bridge 标识。通过 NCP 协商来选择和配置一个或多个网络层协议。每个选中的网络层协议配置成功后，该网络层协议就可通过这条链路发送报文了。
- 该链路将一直保持通信，直至有明确的 LCP 或 NCP 帧关闭这条链路，或发生了某些外部事件。

2.1.2 PPP 的验证方式

PPP 支持两种验证方式：PAP 和 CHAP

1．PAP 为两次握手验证，口令为明文。PAP 验证过程如下：

1) 被验证方发送用户名和口令到验证方；

2) 验证方根据用户配置查看是否有此用户以及口令是否正确，然后返回不同的响应。

2．CHAP 为三次握手验证，口令为密文（密钥）。CHAP 验证过程如下：

1) 验证方向被验证方发送一些随机产生的报文；

2) 被验证方用自己的口令字和 MD5 算法对该随机报文进行加密，将生成的密文发回验证方；

3) 验证方用自己保存的被验证方口令字和 MD5 算法对原随机报文加密，比较二者的密文，根据比较结果返回不同的响应。

2.1.3 MP 协议介绍

MP 是 Multi-Link PPP 的缩写，是将多个物理链路的 PPP 捆绑在同一个逻辑接口，旨在增加链路的带宽，只要是支持 PPP 的物理链路都可以启用 MP，互相捆绑在同一个逻辑接口 Dialer 口。MP 允许将 IP 等网络层的报文进行碎片处理，将碎片的报文通过多个链路传输，同时到达同一个目的地，以求汇总所有链路地带宽。

MP 的工作过程如下：

PPP 物理链路在协商完 LCP 的一般参数之后，再发起 MP 请求，如果对方的链路支持 MP，并且给出正确的应答，那么将和其它的物理链路共同捆绑到逻辑接口上，进而进行 NCP（比如 IPCP）协商，如果协商成功，所有的 MP 的物理链路将都使用同一个逻辑接口的网络地址。

2.2 PPP 的配置

2.2.1 PPP 配置任务清单

本章节只描述专线模式（包括同步口、异步口）如何配置 PPP。关于异步串行接口提供拨号连接时的 PPP 配置，除了需要配置以下任务外，还需要额外配置，详情请参见《拨号配置指南》相关章节。

- 配置接口封装协议
- 配置 PPP CHAP 被验证方
- 配置 PPP CHAP 验证方
- 配置 PPP PAP 被验证方
- 配置 PPP PAP 验证方
- 配置 PPP 压缩方式

2.2.2 配置接口封装协议

配置 PPP，首先需要在接口封装 PPP 协议。要封装 PPP 协议，在接口配置模式中执行以下命令：

命令	作用
Ruijie(config-if)#encapsulation ppp	将该接口配置成 PPP 协议
Ruijie(config-if)#no encapsulation ppp	去除接口的 PPP 协议的封装

2.2.3 配置 PPP CHAP 被验证方

CHAP 认证一般有验证方和被验证方，CHAP 的协商由验证方发起的，被验证方只发送 PPP 认证用的用户名和口令。缺省情况下，被验证方发送自己的主机名作为 PPP 用户名。

要配置 PPP CHAP 的被验证方，在接口配置模式中执行以下命令：

步骤	命令	作用
第一步	Ruijie(config-if)#ppp chap hostname *hostnmae*	指定 PPP CHAP 验证的主机名
第二步	Ruijie(config-if)#ppp chap password {0|7} *password*	指定 PPP CHAP 验证的密码

如果知道验证方 PPP CHAP 所用的主机名，也可以执行以下配置：

步骤	命令	作用
第一步	Ruijie(config-if)#ppp chap hostname *hostnmae*	指定 PPP CHAP 验证的主机名
第二步	Ruijie(config)#username *username* password {0|7} *password*	为验证方主机名创建用户数据库记录，两端密码要保持一致

说明:

密码的设定有明文输入和密文输入两种,用 0 是非密文输入,用 1 到 7 是密文输入,缺省输入方式为明文输入,本说明书中有凡是涉及到密码设定的地方都是这样使用的。与其它厂家设备互连时，只能采用不加密方式输入。如果要配置双向验证，还要增加验证方的配置。

2.2.4 配置 PPP CHAP 验证方

PPP CHAP 验证方将主动挑起验证，由于需要验证对方路由器发送的用户名和密码的有效性，验证方还需要创建和维护一个本地用户数据库。要配置 PPP CHAP 的被验证方，在接口配置模式中执行以下命令：

步骤	命令	作用

第一步	Ruijie(config-if)#ppp authentication chap [callin]	启动 PPP 验证，并指定 PPP CHAP 验证方式方式
第二步	Ruijie(config-if)#no ppp authentication chap	取消 PPP CHAP 验证
第三步	Ruijie(config)**#username** *username* **password {0|7}** *password*	创建用户数据库记录

作为验证方，在用户数据库中需要设置好各个用户名和相应的密码，而用户名即是对方路由器（被验证方）的 PPP 主机名。

说明:

Callin 是可选的命令选项，设定之后，只有当对方路由器（被验证方）通过拨号网络拨入时才挑起 CHAP 验证，对于由本端路由器拨出而建立 PPP 连接则不挑起 CHAP 验证。因此该命令选项不会影响专线 PPP 协商过程。

2.2.5 配置 PPP PAP 被验证方

PAP 验证也有验证方和被验证方，对于 PPP 设置 PAP 被验证方的命令如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)**#ppp pap sent-username** *username* password {0|7} *password*	指定 PPP PAP 验证的用户名和密码
Ruijie(config-if)#no ppp pap sent-username	取消 PPP 的 PAP 验证的设定

2.2.6 配置 PPP PAP 验证方

PPP 的 PAP 验证方的命令设定如下表所示：

步骤	命令	作用
第一步	Ruijie(config-if)#ppp authentication pap [callin]	设定 PPP 的 PAP 验证方
第二步	Ruijie(config)**#username** *username* **password {0|7}** *password*	创建用户数据库记录

说明:

Callin 是可选的命令选项，设定之后，只有当对方路由器（被验证方）通过拨号网络拨入时才进行 PAP 验证，对于由本端路由器拨出而建立 PPP 连接则不进行 PAP 验证。因此该命令选项不会影响专线 PPP 协商过程。

2.2.7 配置 PPP 协商参数

PPP 协商时，LCP 和 IPCP 都有个超时时间，一旦到了这个超时时间，LCP 将重新发送请求，这个超时时间可以通过命令设定，以便协调和异种设备互联时出现的不一致协商时间。

命令	作用
Ruijie(config-if)#**ppp negotiation-timeout** *seconds*	设定 PPP 的 LCP 的协商时间
Ruijie(config-if)#no ppp negotiation-timeout	恢复 PPP 的协商时间为系统的缺省值

2.3 MP 的配置

2.3.1 Dialer 接口配置 MP

2.3.1.1 MP 配置任务清单

RGNOS 系统的 MP 可以在物理接口层上配置 rotary-group，并且捆绑 dialer 逻辑接口来实现，本章只描述 dialer 接口捆绑同步串口的多链路 PPP，而异步串口拨号多链路的配置详见《DDR 配置指导》的相关章节。Dialer 接口捆绑同步串口接口的多链路的配置任务清单是：

- **配置同步串口 serial**
- **封装 PPP 链路协议**
- **配置 dialer in-band**
- **配置 rotary-group**
- **创建逻辑接口 dialer**
- **配置 ppp multilink**
- **配置拨号过滤规则**

2.3.1.2 配置同步串口 serial

配置要进行多链路绑定的同步串口。

命令	作用
Ruijie(config)# **interface serial** *interface-number*	进入指定同步串口的配置模式

2.3.1.3 封装 PPP 链路协议

多链路 PPP 首先是 PPP 协议，所以不论在物理接口或者在逻辑接口上都必须首先封装 PPP 链路协议

命令	作用
Ruijie(config-if)#**encapsulation ppp**	封装 PPP 链路协议
Ruijie(config-if)#**no encapsulation ppp**	取消 PPP 链路协议的封装

2.3.1.4 配置 dialer in-band

配置多链路，首先必须在串口接口配置层上配置 DDR，要配置 DDR 必须用如下的命令来实现，这是配置 rotary-group 的前提：

命令	作用
Ruijie(config-if)#**dialer in-band**	设定 DDR 配置
Ruijie(config-if)#**no dialer in-band**	取消 DDR 配置

2.3.1.5 配置 rotary-group

用该命令将物理接口捆绑到逻辑接口 dialer *group-number* 上，以实现多链路的绑定。

命令	作用
Ruijie(config-if)#**dialer rotary-group** *group-number*	设定旋转组的组号
Ruijie(config-if)#**no dialer rotary-group** *group-number*	删除旋转组

🕮 **说明:**

rotary-group 的配置必然要用 DDR，所以，如果事先没有配置 dialer in-band，那么配置 dialer rotary-group 将自动地配置上 dialer in-band。

2.3.1.6 创建逻辑接口 dialer

设定好旋转组后，必须创建各个物理接口绑定的逻辑接口 dialer。其接口号必须和旋转组号一致。创建了逻辑接口 dialer，之后，就进入到 dialer 逻辑接口配置

层，相应的必须进行封装 PPP 链路协议，配置 ppp multilink,配置拨号过滤规则等配置操作。

命令	作用
Ruijie(config)#**interface dialer** *group-number*	创建逻辑接口 dialer
Ruijie(config)#**no interface dialer** *group-number*	删除逻辑接口 dialer

说明:

创建逻辑接口 dialer 时，必须相应地存在着配置好了旋转组号的物理接口，物理接口利用旋转组号和 dialer 的逻辑接口号一致来维持绑定。如果删除逻辑接口，必须首先删除物理接口上的旋转组。

2.3.1.7 配置 ppp multilink

设定多链路 PPP 必须在逻辑接口上设置 PPP multilink 命令，用以指定该逻辑接口使用多链路的协商模式。PPP Mulitlink 是在 dialer 逻辑接口层上设定的。

命令	作用
Ruijie(config-if)#**ppp multilink**	设置 multilink 协商模式
Ruijie(config-if)#**no ppp multilink**	取消 ppp multilink 协商模式的设定

2.3.2.6 配置拨号过滤规则

逻辑接口上，还必须配置拨号过滤规则，拨号过滤规则功能强大，可以和 ACL 访问控制列表相结合。这里只是利用 dialer-list 的最为简单的功能稍加介绍。

命令	作用
Ruijie(config-if)#**dialer-group** *group-number*	设置拨号组
Ruijie(config)#**dialer-list** *group-number* **protocol ip permit**	设定普通的拨号组列表：允许 IP 报文访问

2.3.2 Multilink 接口配置 MP

2.3.2.1 MP 配置任务清单

RGNOS 系统的 MP 可以在物理接口层上配置 multilink group，并且捆绑 multilink 逻辑接口来实现，本章描述 multilink 接口捆绑同步串口的多链路 PPP。Multilink 接口捆绑同步串口接口的多链路的配置任务清单是：

- **创建逻辑接口 multilink**
- **配置同步串口 serial**
- **封装 PPP 链路协议**
- **配置 ppp multilink**
- **配置 ppp multilink group**

2.3.2.2 创建逻辑接口 multilink

配置 Multilink 接口的 MP 绑定，必须先创建用于绑定各个物理接口逻辑接口 multilink。创建了逻辑接口 multilink 之后，就进入到 multilink 逻辑接口配置层，multilink 接口默认封装 ppp 协议并使能 MP。

命令	作用
Ruijie(config)#**interface multilink** *group-number*	创建逻辑接口 multilink
Ruijie(config)#**no interface multilink** *group-number*	删除逻辑接口 multilink

2.3.2.3 配置同步串口 serial

配置要进行多链路绑定的同步串口。

命令	作用
Ruijie(config)# **interface serial** *interface-number*	进入指定同步串口的配置模式

2.3.2.4 封装 PPP 链路协议

多链路 PPP 首先是 PPP 协议，所以在同步串口上必须首先封装 PPP 链路协议

命令	作用
Ruijie(config-if)#**encapsulation ppp**	封装 PPP 链路协议
Ruijie(config-if)#**no encapsulation ppp**	取消 PPP 链路协议的封装

2.3.2.5 配置 ppp multilink

在同步串口上设置PPP multilink命令,用以指定该同步口使用多链路的协商模式。PPP Mulitlink 是在同步口上设定的。

命令	作用
Ruijie(config-if)#ppp multilink	设置 multilink 协商模式
Ruijie(config-if)#no ppp multilink	取消 ppp multilink 协商模式的设定

2.3.2.6 配置 ppp multilink group

用该命令将同步串口捆绑到逻辑接口 multilink *group-number* 上，以实现多链路的绑定。

命令	作用
Ruijie(config-if)# ppp multilink group *group-number*	设定多链路组的组号
Ruijie(config-if)#no ppp multilink group *group-number*	删除多链路组的组号

说明:

这里所配置参数 group-number 与创建 multilink 时所对应的 multilink 接口号一致。配置 ppp multilink group 时，必须相应地存在着配置好了的 multilink 接口，物理接口利用多链路组号和 multilink 接口的逻辑接口号一致来维持绑定。如果删除逻辑接口，必须首先删除物理接口上的多链路组。

2.3.3 Virtual-Template 接口配置 MP

2.3.3.1 MP 配置任务清单

RGNOS 系统的 MP 可以在物理接口层上配置 MP,并且捆绑 Virtual-Template 虚拟模板接口来实现，本章描述 Virtual-Template 虚拟模板接口捆绑同步串口的多链路 PPP,有关Virtual-Template 更详细的描述请参考 VPN 配置指南。Virtual-Template 虚拟模板接口捆绑同步串口接口的多链路的配置任务清单是：

- 创建虚拟模板接口
- 指定建立绑定的虚拟模板接口
- 配置同步串口 serial
- 封装 PPP 链路协议
- 配置 ppp multilink

2.3.3.2 创建虚拟模板接口

配置 Virtual-Template 方式的 MP，必须创建 Virtual-Template 接口。创建了 Virtual-Template 接口之后，就进入到虚拟模板接口接口配置层，相应的必须进行封装 PPP 链路协议，配置 ppp multilink 的设置。

命令	作用
Ruijie(config)#**interface virtual-template** *number*	创建/配置指定 virtual -template 接口
Ruijie(config)#**no interface virtual-template** *number*	删除指定 virtual- template 接口

2.3.3.3 指定建立绑定的虚拟模板接口

创建好了虚拟模板接口后，用 multilink virtual-template 命令指定由哪个虚拟模板拷贝绑定接口的参数。

命令	目的
Ruijie(config)# **multilink virtual-template** *number*	指定 MP 绑定接口可以由其克隆接口参数的虚拟模板
Ruijie(config)# **no multilink virtual-template** *number*	删除指定 MP 绑定接口可以由其克隆接口参数的虚拟模板

说明:

Virtual-Template 方式的多链路绑定，在建立绑定的时候，会自动创建一个虚拟访问接口 Virtual-Access 做为绑定接口，这个命令指定了创建虚拟访问接口时，由哪个虚拟模块拷贝配置做为虚拟访问接口的设置。

2.3.3.4 配置同步串口 serial

配置要进行多链路绑定的同步串口。

命令	作用
Ruijie(config)# **interface serial** *interface-number*	进入指定同步串口的配置模式

2.3.3.5 封装 PPP 链路协议

多链路 PPP 首先是 PPP 协议，所以不论在同步串口或者在虚拟模板接口上都必须首先封装 PPP 链路协议

命令	作用

Ruijie(config-if)#encapsulation ppp	封装 PPP 链路协议
Ruijie(config-if)#no encapsulation ppp	取消 PPP 链路协议的封装

2.3.3.6 配置 ppp multilink

在虚拟模板接口和同步口上设置 PPP multilink 命令，用以指定该虚拟模板接口和物理接口使用多链路的协商模式。PPP Mulitlink 是在虚拟模板接口和 serial 同步口上设定的。

命令	作用
Ruijie(config-if)#ppp multilink	设置 multilink 协商模式
Ruijie(config-if)#no ppp multilink	取消 ppp multilink 协商模式的设定

说明:

Virtual-Template 方式的绑定不需要在物理接口上配置 multilink group 或 rotary-group，如果在物理接口上只配置了 ppp multilink 而没有配置属于哪个多链路组或拨号旋转组，则该物理接口便属于 Virtual-Template 方式的多链路绑定。

2.4 PPP 的监控和维护

2.4.1 显示协议的接口信息

使用如下的命令可以查看 PPP 协议接口的信息，这是调试 PPP 的第一个步骤。

命令	作用
Ruijie#show interface serial *interface-number*	显示串口接口的信息

以 Serial1/0 接口为例，输入命令之后降显示如下的信息

```
serial 1/0 is UP  , line protocol is UP
Hardware is Infineon DSCC4 PEB20534 H-10 serial
Interface address is: 100.100.100.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
  Encapsulation protocol is PPP, loopback not set
  Keepalive interval is 10 sec , set
  Carrier delay is 2 sec
```

```
RXload is 1 ,Txload is 1
LCP Open
Open: ipcp
Queueing strategy: WFQ
5 minutes input rate 30 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 30 bits/sec, 0 packets/sec
  49 packets input, 786 bytes, 0 no buffer
  Received 1 broadcasts, 0 runts, 0 giants
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
  47 packets output, 768 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
  1 carrier transitions
          V35 DTE cable
  DCD=up  DSR=up  DTR=up  RTS=up  CTS=up
```

首先：从物理层来观察链路状态，最后一行的五个信号（DCD、DSR、DTR、RTS、CTS）将决定 serial 是否 UP,这是 PPP Line Protocol UP 的首要条件

其次：从 LCP 状态是否 UP，IPCP 状态是否 UP 来看 PPP 协商是否成功，如果都是 UP 那么 line protocol 将处于 up 状态，链路层应该是可以通讯的。

最后可以参考底层地数据收发状况：Packet Input 和 Output 是指报文接收和发送的个数，假如，没有出现 interface reset,说明报文成功发送，如果在 Input Queue 中没有 drop 个数，说明报文都成功地接收。

2.4.2 PPP 调试信息

如果 PPP 链路层协商出现问题，可以用如下的命令来调试 PPP

命令	作用
Ruijie#debug ppp packet	在 PPP 通讯过程中打印报文调试信息
Ruijie#debug ppp negotiation	在 PPP 通讯过程中打印协商调试信息
Ruijie#debug ppp authentication	在 PPP 通讯过程中打印授权调试信息

2.4.2.1 Packet 调试

在特权命令层输入 PPP Packet 的调试命令

Ruijie#debug ppp packet

```
PPP: serial 1/0 [S] LCP CONFREQ id 3 len 10
  MAGICNUMBER (6) 0x0 0x2b 0x39 0x1b
%LINK CHANGED: Interface serial 1/0, changed state to up
PPP: serial 1/0 [R] LCP CONFREQ id 6 len 10
  MAGICNUMBER (6) 0x29 0xbd 0xea 0xeb
PPP: serial 1/0 [S] LCP CONFACK id 6 len 10
  MAGICNUMBER (6) 0x29 0xbd 0xea 0xeb
PPP: serial 1/0 [R] LCP CONFACK id 3 len 10
  MAGICNUMBER (6) 0x0 0x2b 0x39 0x1b
PPP: serial 1/0 LCP up
PPP: serial 1/0 PPP up.
PPP: serial 1/0 [S] IPCP CONFREQ(2) id 10 len 2
  Address (6) 0x64 0x64 0x64 0x1
PPP: serial 1/0 [R] IPCP CONFREQ(3) id 10 len 2
  Address (6) 0x64 0x64 0x64 0x2
PPP: serial 1/0 [S] IPCP CONFACK(3) id 10 len 2
  Address (6) 0x64 0x64 0x64 0x2
PPP: serial 1/0 [S] LCP PROTREJ id 4 len 10 protocol = 0x82070103
PPP: serial 1/0 [R] IPCP CONFACK(2) id 10 len 2
  Address (6) 0x64 0x64 0x64 0x1
%LINE PROTOCOL CHANGE: Interface serial 1/0, changed state to UP
Ruijie#
PPP: serial 1/0 [S] LCP ECHOREQ id 1 len 12 magic 0x2b391b
```

以上的调试信息是 PPP 协商从开始到 Line Protocol Up 的所以报文，没有认证，注意到黑体部分的调试信息：双方路由器互相发送 LCP CONFREQ，再互相做 LCP CONFACK 应答，此后进入 IPCP 协商，同样注意黑体部分的内容，双方路由器互相发送 IPCP CONFREQ，并且附上本身的 IP 地址，然后在收到 IPCP 的 CONFREQ 请求之后，互相发送 IPCP CONFACK 应答附上对方的 IP 地址，然后该接口的 PPP 协商就成功了。

2.4.2.2 PPP 协商调试信息

协商调试信息只是用来协商 PPP 参数时调试跟踪的，例如在 PPP 之间做 CHAP 认证时，我们可以用命令 debug ppp negotiation 跟踪到如下参数协商的信息：

```
Ruijie#
PPP: serial 1/0 reset lcp options
PPP: serial 1/0 sending OPCODE_CONFREQ, type = 5 (LCP_MAGICNUMBER), value = 0x10a5df
%LINK CHANGED: Interface serial 1/0, changed state to up
LCP: received config , type = 5 (MAGICNUMBER) value = 0x29cbca60 acked
```

```
PPP: serial 1/0 OPCODE_CONFACK received, type = 5 (LCP_MAGICNUMBER), value
= 0x10a5df

PPP: serial 1/0 state = Acksent ppp_recv_confack(0xc021): rcvd id 5

PPP: serial 1/0 reset ipcp options

IPCP: serial 1/0 sending OPCODE_CONFREQ, type = 3 (IPCP_ADDRESS), Address =
100.100.100.1

IPCP: serial 1/0 received ADDR : her address 100.100.100.2 (ACK)

IPCP: ipcp_do_req_cb: returning OPCODE_CONFACK.

IPCP: serial 1/0 OPCODE_CONFACK received, type = 3 (IPCP_ADDRESS), Address
= 100.100.100.1

PPP: serial 1/0 state = Acksent ppp_recv_confack(0x8021): rcvd id 3

IPCP: serial 1/0 install route to 100.100.100.2

%LINE PROTOCOL CHANGE: Interface serial 1/0, changed state to UP
```

留意到上述的黑体部分，正是 LCP 和 IPCP 协商的参数的选项。

3.2.4.1 PPP 认证调试信息

认证信息的调试是用来跟踪 PPP 的认证，以 PAP 认证为例，下面的调试信息正是 PAP 验证方打印出的。

```
PPP: serial 1/0 PAP authenticating peer RG36

PPP: serial 1/0 Remote passed PAP authentication sending Auth-Ack to peer.

PPP: serial 1/0 lcp authentication OK!
```

作为 chap 的被验证方，当发送的 CHAP 密码出错时，打印出的信息如下：

```
PPP: serial 1/0 recv CHAP challenge from Router

PPP: serial 1/0 remote router failed CHAP authentication

PPP: serial 1/0 Remote msg is: Authentication failure
```

2.5 PPP 典型配置举例

2.5.1 PPP PAP 认证举例

下面的例子是 PAP 配置，用户名为 Ruijie,设定密码 Router，认证方的 IP 地址为 1.1.1.1/24，被认证方的 IP 地址为 1.1.1.2/24，要求设定的用户名和密码和认证方一样。Router A 为被认证方，Router B 为认证方

Router A:

```
Ruijie#config terminal

Ruijie(config)#interface Serial1/0

!配置 IP 地址

Ruijie(config-if)#ip address 1.1.1.2 255.255.255.0

!封装 PPP 协议
```

```
Ruijie(config-if)#encapsulation ppp
!设置 PAP 认证的用户名和密码
Ruijie(config-if)#ppp pap sent-username Ruijie password 0 Router
```

Router B:

```
Ruijie#config terminal
Ruijie(config)#username Ruijie password 0 Router
Ruijie(config)#interface Serial1/0
!配置 IP 地址
Ruijie(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
!封装 PPP 协议
Ruijie(config-if)#encapsulation ppp
!设定 PPP 的认证方式
Ruijie(config-if)#ppp authentication pap
```

2.5.2 PPP CHAP 认证举例

下面的例子说明了 PPP CHAP 认证的配置，其中，Router A 为认证方，IP 地址为 1.1.1.1/24,主机名为 RouterA,要求口令为 Router,建立的用户列表中包括 RouterB 的主机名；Router B 为认证方，IP 地址为 1.1.1.2/24,主机名为 RouterB,口令发送为 Router。

Router A:

```
Ruijie#config terminal
!设置主机名
Ruijie(config)#hostname RouterA
!设置用户名和密码的列表
RouterA(config)#username RouterB password 0 Router
RouterA(config)#username RouterC password 0 Router
RouterA(config)#interface serial1/0
!封装协议
RouterA(config-if)#encap ppp
!设置 IP 地址
RouterA(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
!设置 PPP 的 chap 验证方式
RouterA(config-if)#ppp authentication chap
```

Router B

```
Ruijie#config terminal
```

```
!设置主机名
Ruijie(config)#hostname RouterB
!以对方的主机名作为用户名，密码和对方路由器的密码设定的一致
RouterB(config)#username RouterA password 0 Router
RouterB(config)#interface serial1/0
!封装协议
RouterB(config-if)#encap ppp
!设置 IP 地址
RouterB(config-if)#ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
```

如果要保留管理的主机名，那么在 CHAP 认证时设定的本地主机名可用命令 ppp chap hostname *hostname* 来指定，仍然以上述为例，Router B 作为被验证方采用缺省的主机名，而 CHAP 验证时的主机用 RouterB：

Router B

```
Ruijie#config terminal
Ruijie(config)#
!以对方的主机名作为用户名，密码和对方路由器的密码设定的一致
R(config)#username RouterA password 0 Router
Ruijie(config)#interface serial1/0
!封装协议
Ruijie(config-if)#encap ppp
!设置 IP 地址
Ruijie(config-if)#ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
!设置本地 CHAP 认证主机名
Ruijie(config-if)#ppp chap hostname RouterB
```

2.5.3 MP 配置举例

下面的例子说明了多链路的配置，该例子，使用两个同步口 serial1/0 和 serial1/1 共同捆绑到逻辑接口 dialer 1 上，实现 Multilink PPP。

```
! 创建 loopback 接口，用其 IP 地址作为 dialer 逻辑接口的 IP 地址
interface Loopback0
ip address 192.168.20.2 255.255.255.0
!在物理接口 serial1/0 和 serial1/1 上主要配置 DDR，并且指定旋转组的组号，此例为 1
interface Serial1/0
no ip address
encapsulation ppp
```

```
dialer in-band
dialer rotary-group 1
!
interface Serial1/1
no ip address
encapsulation ppp
dialer in-band
dialer rotary-group 1
!创建 dialer 1 逻辑接口，借用 loopback0 的 IP 地址，设定拨号组，并且指定 multilink ppp 的协商方式
interface Dialer1
ip unnumbered Loopback0
encapsulation ppp
dialer-group 1
ppp multilink
!
dialer-list 1 protocol ip permit
```

下面的例子，使用两个同步口 serial1/0 和 serial1/1 共同捆绑到逻辑接口 multilink 1 上，实现 Multilink PPP。

```
! 创建 loopback 接口，用其 IP 地址作为 multilink 逻辑接口的 IP 地址
interface Loopback0
  ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
!在物理接口 serial1/0 和 serial1/1 上配置 ppp multilink，并指定多链路组的组号为 1
interface Serial 1/0
  no ip address
  encapsulation ppp
  ppp multilink
  multilink-group 1
interface Serial 1/1
  no ip address
  encapsulation ppp
  ppp multilink
  multilink-group 1
!创建 multilink  1 逻辑接口，借用 loopback0 的 IP 地址，
interface multilink 1
  ip unnumbered Loopback0
  encapsulation ppp
```

```
 ppp multilink
```

下面的例子,使用两个同步口 serial1/0 和 serial1/1 共同捆绑到虚拟模板接口上，实现 Multilink PPP。

```
! 创建 loopback 接口，用其 IP 地址作为虚拟模板接口的 IP 地址
interface Loopback0
 ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
!在物理接口 serial1/0 和 serial1/1 上配置 ppp multilink
interface Serial 1/0
 no ip address
 encapsulation ppp
 ppp multilink
interface Serial 1/1
 no ip address
 encapsulation ppp
 ppp multilink
!创建 virtual-template 1 接口，借用 loopback0 的 IP 地址，
interface virtual-template 1
 ip unnumbered Loopback0
 encapsulation ppp
 ppp multilink
multilink virtual-template 1
!指定由 virtual-template 1 拷贝参数，以建立由 virtual-access 接口到同步口的绑定
```

2.6 PPP 故障和诊断

首先，可以用 show interface serial *slot-number/interface-number* 命令来查看接口的状态，同步口接口有四种状态，下表以 serial 1/0 为例：

状态显示	故障说明
serial 1/0 is administratively down, line protocol is down	表示该接口被人为地 shutdown
serial 1/0 is down, line protocol is down	表示该接口没有被激活或物理层没有转为 up 状态
Serial 1/0 is up, line protocol is up	表示该接口已可以进行数据传输
serial 1/0 is up, line protocol is	表示该接口已激活，但链路协商

down	仍没有通过

2.6.1 接口无法 UP

首先：必须排除接口被人为 shutdown 的故障

其次：检查物理层的原因，从 show interface serial1/0 命令来查看接口的状态，物理层的参数(DCD、DTR、DSR、CTS、RTS)都应该是 UP 的，如果其中有 DOWN 的状态，请确认相应的 V.35 或者 V.24 电缆线是否有问题

最后注意的是：如果接口的电缆线是 DTE（和线路的设备相连的接头为针头的电缆线）而 DCD 是 Down，那么请确认电缆线相连的 Modem 的线路握手协商是否成功，如果成功，Modem 上的 DCD 或者 LINE 的指示灯应该常亮。

2.6.2 链路协议无法 UP

接口 Up 是 Line Protocol Up 的先决条件，所以在排查链路协议无法 Up 的原因时首先排除接口为 Down 的现象。然后请确认链路层是否有数据收发：可以用 show interface serial *slot-number/interface-number* 命令留意 Packet Input 和 Packet Output 的个数，如果没有 Input 的报文，说明对端的路由器可能没有开机或者对方路由器发送出现问题.

用命令 Clear Count serial *slot-number/interface-number* 一段时间之后，留意是否有 Interface resets 的个数,如果有，说明本端路由器的发送出现问题。

为了防止出现线路出现回环的问题：可以用 show interface serial *slot-number/interface-number* 命令查看是否有 Loopback is set 的提示，另外用 debug PPP packet 查看 PPP 协商时是否和对方路由器的 Magic Number 的应答是一样的，如果是，说明线路处于环路调试状态，出现环路状态时，有可能导致链路无法 Up，但是还有可能是链路 Up，无法 Ping 通对方。

线路的数据都收发正常，但是如果双方的协议设置不匹配，比如对方的路由器配置成 HDLC 协议，那么通过 debug PPP packet 可以看出 Protocol type 不匹配的提示，如果这样，链路的协议也是无法 UP 的。

链路协议无法 UP 和 PPP 的协商的参数有关,如果链路协商要求 CHAP 或者 PAP 认证，必须确保用户名和密码正确，这点可以通过 debug ppp packet 或者 debug ppp negotiation 调试信息来排查。

2.6.3 链路 Up，无法 Ping 通

链路 Up 最基本的应该在 LCP 协商成功的基础上，如果接口没有配置 IP 地址，那么链路 Line Protocol 也是可以 UP 的，但是没有 IPCP Open 的提示，所以如果无法 Ping 通对端的广域网口的 IP 地址，那么首先排除 IPCP 协商没有通过的问题。如果对方广域网口可以 Ping 通，但是无法 Ping 通对方局域网内的 IP 地址，那么应

该从路由表着手来排查问题，相关的路由配置详见《IP 路由协议配置指南》相关章节。

第三章 帧中继协议配置

3.1 帧中继协议介绍

帧中继（Frame－Relay）是在 X.25 基础上发展起来的快速交换的链路层协议，它是不可靠连接而且是点到多点的链路层协议。由于它高效简单，又可以实现一对多的连接，所以得到广泛地应用。

3.1.1 帧中继相关概念

1. DTE/DCE

帧中继建立连接时是非对等的，在用户端的一般是数据终端设备（DTE），而提供帧中继网络服务的设备是数据电路终接设备（DCE）。一般 DCE 端由帧中继运营商提供。在用户侧，某种测试环境中，也可以组建帧中继的 DTE 和 DCE 对连，或者组建帧中继交换的方案来搭建帧中继的对连。

2. 帧中继地址-DLCI

帧中继协议是一种统计方式的多路复用服务，它允许在同一物理连接共存多个逻辑连接（通常也叫做信道），也就是说，它能够在单一物理传输线路上提供多条虚电路。每条虚电路是用 DLCI（Data LinkConnection Identifer）来标识的，DLCI 只具有本地的意义，也就是在 DTE-DCE 之间有效，不具有端到端的 DTE－DTE 之间的有效性，即在帧中继网络中，不同的物理接口上相同的 DLCI 并不表示是同一个虚连接。帧中继网络用户接口最多可支持 1024 条虚电路，其中用户可用的 DLCI 范围是 16-991。由于帧中继虚电路是面向连接的，本地不同的 DLCI 连接到不同的对端设备，因此我们可以认为 DLCI 就是 DCE 提供的“帧中继地址”。

3. 静态地址映射

帧中继的地址映射是把对端设备的 IP 地址与本地的 DLCI 相关联，以使得网络层协议能够寻址到对端设备。 帧中继主要用来承载 IP，在发送 IP 报文时，根据路由表知道报文的下一跳 IP 地址。发送前必须由下一跳 IP 地址确定它对应的 DLCI。这个过程通过查找帧中继地址映射表来完成， 因为地址映射表中存放的是下一跳 IP 地址和下一跳的 DLCI 的映射关系。地址映射表的每一项可以由手工配置。

4. 反转 ARP

使用反转 ARP 可以使帧中继动态地学习到网络协议的 IP 地址，利用反转 ARP 的请求报文请求下一跳的协议地址，并在反转 ARP 的响应报文中获取 IP 地址放入 DLCI 和 IP 地址的映射表中，缺省情况，路由器支持反转 ARP 来协商 DLCI 和 IP 地址。动态地址映射专用于多点帧中继配置。在点到点配置中，只有一个单一目的地，所以不需要发现地址，当 PVC 远端设备不支持反转 ARP 协议时，禁止该协议或者该 DLCI 的反转 ARP。

5. 永久虚电路 PVC 和交换虚电路 SVC

根据建立虚电路的不同方式，可以将虚电路分为两种类型：永久虚电路(PVC)和交换虚电路(SVC)。手工设置产生的虚电路叫永久虚电路，通过某协议协商产生的虚电路叫交换虚电路，这种虚电路不需人工干预自动创建和删除。目前在帧中继中使用最多的方式是永久虚电路方式，即手工配置虚电路方式。

6. 本地管理信息

在永久虚电路方式下，需要检测虚电路是否可用。本地管理信息（LMI）协议就是用来检测虚电路是否可用。在系列路由器中实现了三种本地管理信息协议：ITU-T Q.933 附录 A、 ANSI T1.617 附录 D 和 CISCO 格式。它们的基本工作方式都是：DTE 设备每隔一定时间发送一个全状态请求 Status Enquiry 报文去查询虚电路的状态，DCE 设备收到全状态请求 Status Enquiry 报文后，立即用 Status 报文通知 DTE 当前接口上所有虚电路的状态。

7. CIR 技术

帧中继主要用于传递数据业务，传递数据时不带确认机制，没有纠错功能。但提供一套合理的带宽管理和防止阻塞的机制，用户有效地利用预先约定的带宽，即承诺的信息速率（CIR），并且还允许用户的突发数据占用未预定的带宽。

3.1.2 帧中继本地协商过程

1. 每隔 T391 定时器的时间，DTE 发出状态请求报文 Status Enquiry，同时 DTE 侧开始计数，当次数小于 N391 时，DTE 发送的 Status Enquiry 仅询问链路完整性，当次数到 N391 时， DTE 发送的 Status Enquiry 为全状态请求报文，不但要询问链路完整性而且还要询问所有的 PVC 状态。
2. DCE 收到 Status Enquiry 请求报文后，应答状态请求报文 Status Enquiry。同时 DCE 侧的定时器 T392 开始计时，等待下一个状态请求报文 Status Enquiry，如果 T392 超时而 DCE 还没有收到 DTE 发送的状态请求报文 Status Enquiry，DCE 记录该错误并将错误次数 N393 加 1
3. DTE 接收到状态应答报文，了解了链路状态和 PVC 状态，若此时网络中的 PVC 状态发生变化不论是增加或者删除 PVC，DCE 都应向 DTE 应答所有 PVC 的状态消息，从而使 DTE 及时了解帧中继网络的变化情况并更新相关的记录
4. 若定时器 T391 超时而 DTE 侧还未收到状态应答报文，就记录该事件错误并将错误次数 N393 加 1
5. 若在 N393 个事件中发生错误次数超过了 N392，DTE 或 DCE 就认为此虚电路已经不可用。N393 表示被观察事件的总数，N392 表示错误的门限值。

3.2 帧中继配置

3.2.1 帧中继配置任务清单

帧中继的配置主要有以下几个部分：

- 配置接口封装协议
- 配置动态或者静态地址映射
- 配置本地管理接口 LMI 参数(可选)
- 配置帧中继交换（可选）
- 配置帧中继子接口（可选）

3.2.2 配置接口封装协议

在同步口上封装协议帧中继或者去封装帧中继，请用如下的命令来指定：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **encapsulation frame-relay [ietf]**	封装 Frame-Relay 帧中继协议
Ruijie(config-if)# **no encapsulation frame-relay**	在指定的接口上去封装帧中继

为了和主流设备兼容，系统缺省封装的帧中继的格式是 cisco 封装，如果没有特殊的使用场合，请配置 ietf 类型，即使用 **encapsulation frame-relay ietf** 命令

3.2.3 配置帧中继协议的接口类型

帧中继接口缺省接口类型为 DTE，DCE 类型只有在设备用作帧中继交换或者模拟帧中继局方设备时才使用的。命令如下:

命令	作用
Ruijie(config-if)# **frame-relay intf-type {dte|dce}**	封装 Frame-Relay 帧中继协议的接口类型为 DTE 或者 DCE
Ruijie(config-if)# **no frame-relay intf-type**	恢复接口的缺省的接口类型

说明：

如果封装成 DCE，必须首先在全局配置模式下**使用 frame-relay switching 命令配置**。

3.2.4 配置地址映射

3.2.4.1 配置静态地址映射

静态地址映射反映远端设备的 IP 地址和本地 DLCI 的对应关系，地址映射可以手工配置，如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **frame-relay map ip** *ip-address dlci* [**broadcast**|**ietf**|**cisco**]	手动建立帧中继静态地址映射表
Ruijie(config-if)# **no frame-relay map ip** *ip-address*	删除帧中继 IP 地址映射表项

在对端设备不支持反转 ARP(动态地址映射)协议时，本地端必须配置静态地址映射才能通讯，设置静态映射之后，反转 ARP 自动失效。

IETF 可选关键字指示帧中继进程使用 IETF 帧中继 RFC 1490 封装方法。当路由器与一个帧中继网络上的指定使用 cisco 封装的设备通信时，使用 cisco 关键字。使用 cisco 或 ietf 关键字可以覆盖接口配置命令 **encapsulation frame-relay** 所指定的方法。不指定 cisco 或者 ietf 关键字将使地址映射继承接口配置命令 **encapsulation frame-relay** 所设置的属性。

当网络协议需要使用广播功能时使用关键字 Broadcast，在 IP 网络上使用 OSPF 或者 RIP 路由协议时，使用该关键字尤其重要。

3.2.4.2 配置动态反转 ARP

动态地址映射对于网络协议缺省都为启用状态。

由于反转 ARP 缺省为启用状态，因此不需要为动态寻址而专门指定它，除非反转 ARP 被禁止。在指定的接口配置下面可以输入如下的命令禁止反转 ARP：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **frame-relay inverse-arp** *[protocol] [dlci]*	指定帧中继的特定的协议和 DLCI 号使用反转 ARP
Ruijie(config-if)# **no frame-relay inverse-arp** *[protocol] [dlci]*	禁止帧中继的特定的协议和 DLCI 号使用反转 ARP

可选的 protocol 变量允许路由器管理员对一个特定的网络协议禁止使用反转 ARP，而同时其他支持的协议仍能够使用反转 ARP。protocol 变量的取值目前仅支持 Ip。

dlci 变量的取值是一个合法的接口号，范围为 16～1007。同时指定 protocol 和 dlci

变量可以确定一个特定的 DLCI 协议。这允许运行相同协议的另一个 DLCI 继续使用动态地址映射。

当仅使用 **no frame-relay inverse-arp** 命令而不特定指定哪个协议和哪个 DLCI 号时，是使所有的协议和接口上所有的 DLCI 都禁止使用反转 ARP。

3.2.5 配置本地虚电路号 DLCI

只有当本地接口类型为 DCE 时，才可以在接口上配置本地虚电路号，命令如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **frame-relay local-dlci** *dlci*	指定帧中继的特定的协议和 DLCI 号使用反转 ARP
Ruijie(config-if)# **no frame-relay local** *dlci*	禁止帧中继的特定的协议和 DLCI 号使用反转 ARP

3.2.6 配置本地管理接口 LMI 类型

RGNOS 系统支持三种帧中继的本地管理接口类型：ITU-T Q.933 附录 A(Q933A)、ANSI T1.617 附录 D(ANSI)和 CISCO 格式。用户在配置设置该参数时必须和帧中继网络的接入设备（DCE 端）的一致，系统缺省是 Q933A,一般局方提供 ANSI 类型,和工业主流设备 cisco 设备相连时,也可以采用和 Cisco 相一致的管理类型 cisco 格式。命令如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **frame-relay lmi-type** {q933a}ansi|cisco}	指定帧中继的本地接口的管理类型

3.2.7 配置本地管理接口 LMI 其它相关参数

帧中继的 LMI 各类计数器及定时器都可以进行配置，以达到优化 DTE 与 DCE 侧设备运行的目的，请看下表：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **frame-relay** *lmi-n391dte*	设置 PVC 状态计数器 N391 DTE
Ruijie(config-if)# **no frame-relay** *lmi-n391dte*	恢复请求 PVC 状态计数器的缺省值
Ruijie(config-if)# **frame-relay** *lmi-n392dce*	设置 LMI 错误阈值 N392 DCE

Ruijie(config-if)# **no frame-relay lmi-n392dce**	恢复 LMI 错误阈值的缺省值
Ruijie(config-if)# **frame-relay** *lmi-n392dte*	设置 LMI 错误阈值 N392 DTE
Ruijie(config-if)# **no frame-relay** lmi-n392dte	恢复 LMI 错误阈值的缺省值
Ruijie(config-if)# **frame-relay** *lmi-n393dte*	设置 LMI 事件计数器 N393 DTE
Ruijie(config-if)# **no frame-relay** *lmi-n393dte*	恢复 LMI 事件计数器的缺省值
Ruijie(config-if)# **frame-relay** *lmi-n393dce*	设置 LMI 事件计数器 N393 DCE
Ruijie(config-if)# **no frame-relay** lmi-n393dce	恢复 LMI 事件计数器的缺省值
Ruijie(config-if)# **frame-relay lmi-t391dte**	设置用户侧链路完整性轮询定时器
Ruijie(config-if)# **no frame-relay** *lmi-t391dte*	恢复用户侧链路完整性轮询定时器缺省值
Ruijie(config-if)# **frame-relay** *lmi-t392dce*	设置网络侧轮询定时器 T392 DCE
Ruijie(config-if)# **no frame-relay** *lmi-t392dce*	恢复网络侧轮询定时器的缺省值

3.2.8 配置帧中继交换

RGNOS 系列路由器支持帧中继的交换功能，用此功能可以将路由器模拟成局方网络侧的交换机，配置帧中继的交换必须注意以下几点：

1. 设定帧中继交换使能命令
2. 设定接口的 intf-type 为 DCE 类型
3. 帧中继交换路由器必须两个以上的接口配置了交换才可以起作用
4. 必须配置帧中继交换路由

命令	作用
Ruijie(config)# **frame-relay route** *in-dlci* **interface serial** *number out-dlci*	设定帧中继交换,指定两个同步口之间的 DLCI 交换
Ruijie(config-if)# **no frame-relay route** *in-dlci* **interface serial** *number out-dlci*	取消该接口和 **serial** *number* 之间的 DLCI 的交换

将本地地接口上 DCE 上的 DLCI 设定为 *in-dlci*，而另外一个同步接口 **serial** *number* 上的 DCE 的 DLCI 设定为 *out-dlci*。具体详见帧中继交换的配置案例。

3.2.9 配置帧中继子接口

3.2.9.1 子接口概述

子接口使得一个单一的物理接口能够被视为多个虚拟接口。子接口的使用，使路由器将物理接口的属性应用于每个虚拟接口。缺省情况下，DLCI 全部分配给物理接口，你需要将 DLCI 明确分配给该物理接口的一个指定的虚拟子接口。一个物理接口可以有多个子接口，虽然子接口的逻辑结构并不实际存在，但对于网络层而言，子接口和主接口没有区别，都可通过配置 PVC 与远端设备相连。

帧中继的子接口又可分为两种类型:点到点 point-to-point 子接口和点到多点 multipoint 子接口。点到点子接口用于点到点连接，一般一个帧中继点到点子接口分配一个 PVC，这种子接口与连接 DDN 线路的物理接口的属性类似；点到多点子接口用于连接同一个网段的多个（一般两个以上）用户端设备。

对于点到点的子接口因为只有一个远程 DTE 的设备，不用配置静态地址映射，利用反转 ARP 就可知道对方 IP 地址对应的 DLCI，对于点到多点的子接口，可通过运行反转 ARP 协议动态学习或通过手工静态配置来使每条 PVC 都能和其相连的远程 DTE 建立地址映射关系。

具有反转 ARP 能力的所有点到点子接口和多点子接口都需要 **frame-relay interface-dlci** 命令。而使用静态寻址的多点子接口则不需要此命令。

3.2.9.2 子接口配置任务清单

子接口的应用可以按照如下的步骤进行：

- 创建子接口
- 配置帧中继子接口的 DCLI 号
- 配置帧中继子接口 PVC 及建立地址映射

创建子接口

子接口的创建可以按如下的步骤进行：

命令	作用
Ruijie(config)# **interface serial** *slot-number/interface-number*	进入同步串口接口配置层
Ruijie(config-if)# **encapsulation frame-relay** [**ietf**|**cisco**]	封装帧中继，推荐 ietf 格式
Ruijie(config)# **interface serial** *slot-number/interface-number.subinterface-number* [**multipoint**|**point-to-point**]	退出到全局配置层，在创建帧中继的子接口，并指定接口的类型。

其中，封装帧中继子接口时，缺省封装的是点到多点子接口。

配置帧中继子接口的 DLCI

如果，使用反转 ARP，那么必须配置帧中继子接口的 DLCI，如果使用静态映射，那么可以忽略此步骤。

命令	作用
Ruijie(config-subif)# **frame-relay interface-dlci** *dlci*	配置子接口的 DLCI
Ruijie(config-subif)# **no frame-relay interface-dlci** *dlci*	删除子接口的 DLCI

建立帧中继子接口地址映射

对于点到点子接口，因为只有唯一的对端 DTE，所以在给子接口配置虚电路的 DLCI 时，实际已经隐含地确定了对端的网络地址，而对于点到多点子接口，对端网络地址与本地 DLCI 的映射关系必须通过配置静态地址映射或者通过反转 ARP 来确定。

1) 建立帧中继子接口静态地址映射

命令	作用
Ruijie(config-subif)# **frame-relay map ip** *ip-address dlci* [*option*]	建立帧中继子接口静态地址映射
Router(config-isubf)# **no frame-relay map ip** *ip-address dlci* [*option*]	删除帧中继子接口静态地址映射

2) 允许/禁止帧中继子接口反转 ARP

命令	作用
Ruijie(config-subif)# **frame-relay inverse-arp ip** [*dlci*]	允许使用帧中继子接口反转 ARP 协议
Ruijie(config-subif)# **no frame-relay inverse-arp** *ip* [*dlci*]	禁止使用帧中继子接口反转 ARP

缺省情况下，帧中继子接口是允许使用反转 ARP 协议的。详细的配置和示例请参见帧中继典型配置举例。

3.3 帧中继监控和维护

3.3.1 帧中继调试信息

帧中继有以下的调试信息，利用 **debug frame-relay** ？命令可以查询到：

命令	作用
Ruijie# **debug frame-relay events**	调试帧中继事件信息
Ruijie# **debug frame-relay lmi** [**interface serial** *slot-number/interface-number*]	调试帧中继本地管理信息的报文信息
Ruijie# **debug frame-relay packet**	调试帧中继报文传输的信息

以上的调试信息以 **debug frame-relay lmi** 和 **debug frame-relay packet** 最为常用。下面就以此为例来说明：

serial 1/0(o): dlci 100, NLPID 0x800(IP), paklen 92
l2_start = 0x7e6f490, data=0x7e6f490, paklen = 92, fr encap = 0x18410800
45 00 00 58 00 11 00 00 3f 01 77 90 01 01 01 02
01 01 01 01 08 00 b8 0d 00 0c 91 19 61 62 63 64 65
66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 78 79 7a 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d
6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7a 61 62 63 64
65 66 67 68
serial 1/0(i): dlci 100, NLPID 0x800(IP), paklen 88

以上是 **debug frame-relay packet** 的调试信息，serial1/0 表示是接口 serial 1/0，o(output)表示是输出的报文，i(input)表示是输入的报文，dlci 100 表示在本地 DLCI 号为 100 的虚链路上的报文，其中报文的网络协议是 0x800,IP 协议，报文长度 datagramsize 为 92 字节。

serial 1/0(out): Send message, myseq 41, yourseq 51, DTE up

l2_start = 0x7f78410, data=0x7f78410, paklen = 13, fr encap = 0x00010308

00 75 51 01 01 53 02 29 33

serial 1/0(in): Status, myseq 41

以上是 **debug frame-relay lmi** 的调试信息：该帧中继封装在 serial1/0 接口，此时本地 DTE 发送的序号 myseq 为 41，对 DCE 方的确认的序号 yourseen 是 51，DTE 的报文长度为 13 字节。而在 serial1/0 口下个接收到的报文对方 DCE 对 DTE 确认的序号是 myseq 41。

3.3.2 帧中继链路维护命令

下表显示出常见的帧中继链路的维护命令：

命令	作用
Ruijie# **clear frame-relay-inarp**	清除用反转 ARP 创建的动态地址映射
Ruijie# **show interfaces serial** *slot-number/interface-number*	显示同步口接口的信息
Ruijie# **show frame-relay lmi**	显示帧中继本地管理信息
Ruijie# **show frame-relay map**	显示帧中继映射表
Ruijie# **show frame-relay pvc**	显示帧中继永久虚电路 PVC 信息
Ruijie# **show frame-relay traffic**	显示帧中继流量信息

1) 清除用反转 ARP 创建的动态地址映射

```
serial 1/0 (up): ip 1.1.1.1
dlci 100(0x1840), dynamic,
broadcast,CISCO, status: ACTIVE
```

以上是用 **show frame-relay map** 命令显示出的用反转 ARP 建立起来的帧中继映射表，注意到 dynamic 就是该映射关系不是手动配置的映射。当使用 **clear frame-relay-inarp** 命令之后，再用 **show frame-relay map** 则没有任何显示，一旦接口的帧中继协议重新学习到映射关系，用 **show frame-relay map** 命令显示出的提示照常。

2) 显示同步口接口的信息

```
serial 1/0 is UP  , line protocol is UP
Hardware is Infineon DSCC4 PEB20534 H-10 serial
Interface address is: 1.1.1.2/24
MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
```

```
Encapsulation protocol is FRAME RELAY, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
LMI enq sent  261, LMI status recvd 200, LMI update recvd 0,
DTE LMI up
LMI enq recvd 8, LMI status sent  0, LMI update sent  0
LMI DLCI 0  LMI type is CCITT, frame relay DTE  interface
broadcasts 0
Queueing strategy: WFQ
5 minutes input rate 15 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 14 bits/sec, 0 packets/sec
229 packets input, 4623 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
1087 packets output, 22847 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 807 interface resets
7 carrier transitions
V35 DCE cable
DCD=up  DSR=up  DTR=up  RTS=up  CTS=up
```

注意以上的信息，物理是否UP主要看末行的物理信号是否UP，首行是否是serial1/0 is up，链路协议层是否 Up 主要看是否 Line protocol is up。接口封装格式 Encapsulation FRAME-RELAY ，LMI enq sent 261, LMI status recvd 200 显示出当前状态请求报文发送的个数和状态报告报文接收的个数，DTE LMI up 显示出接口上的 DTE 端是否处于激活状态。

3) 显示帧中继本地管理信息

```
LMI Statistics for interface serial (Frame Relay DTE) LMI TYPE
= CCITT
Invalid Unnumbered info 0     Invalid Prot Disc 0
Invalid dummy Call Ref 0     Invalid Msg Type 0
Invalid Status Message 0     Invalid Lock Shift 0
Invalid Information ID 0     Invalid Report ELE Len 0
Invalid Report Request 0     Invalid Keepalive ELE Len 0
Num Status Enq. Sent 294     Num Status msgs Rcvd 233
Num Update Status Rcvd 0     Num Status Timeouts 0
```

以上的信息主要显示了状态请求报文 Status Enquiry 的接收和发送的个数。

4) 显示帧中继映射表

serial 1/0 (up): ip 1.1.1.1
dlci 100(0x1840), dynamic,
broadcast,CISCO, status: ACTIVE
Serial1/0 指出是哪个接口封装了帧中继

Ip 1.1.1.1 是对端 DTE（DCE）设备的 IP 地址
Dlci 100 是本地的 DLCI 号
dynamic 是动态生成的映射
CISCO 是帧中继封装的报文格式
ACTIVE 表示当前的 PVC 是处于激活的状态

5）显示帧中继永久虚电路 PVC 信息

```
PVC Statistics for interface serial 1/0 (Frame Relay DTE)
DLCI = 100, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE , INTERFACE
= serial 1/0

input pkts 13    output pkts 13    in bytes 338
out bytes 390    dropped pkts 0    in FECN pkts 0
in BECN pkts 0   out FECN pkts 0   out BECN pkts 0
in DE pkts 0      out DE pkts 0
```

首两行显示了本 PVC 的基本信息，包括 DLCI、接口、PVC 状态、DTE 或者 DCE 等。

6）显示帧中继流量信息
Frame Relay Inverse Arp statistics:
Inarp requests sent 14, Inarp replies recvd 14
ARP request recvd 0, ARP replies sent 0
该命令显示的是 ARP 发送和接收的个数。

3.4 帧中继典型配置举例

3.4.1 配置帧中继 IETF DTE 示例

1) 组网需求

通过公用帧中继网络互连局域网，在这种方式下，路由器只能作为用户设备工作在帧中继的 DTE 方式,假设路由器 R1 的 DLCI 号 16，路由器 R2 的 DLCI 号 17。

图 1 配置帧中继 DTE 示例图

2) 配置步骤

配置路由器 R1：

```
#配置接口 IP 地址
Ruijie(config)#interface serial 1/0
Ruijie(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.252

#配置接口封装为帧中继 IETF 报文格式
Ruijie(config-if)#encapsulation frame-relay ietf

#配置静态地址映射
Ruijie(config-if)#frame-relay map ip 1.1.1.2 16
```

配置路由器 R2：

```
#配置接口 IP 地址
Ruijie(config)#interface serial 1/0
Ruijie(config-if)#ip address 1.1.1.2 255.255.255.252

#配置接口封装为帧中继 IETF 报文格式
Ruijie(config-if)#encapsulation frame-relay ietf

#配置静态地址映射
Ruijie(config-if)#frame-relay map ip 1.1.1.1 17
```

3.4.2 配置帧中继 IETF DCE 示例

1) 组网需求

两台路由器通过电缆线背靠背直连，R1 物理层和帧中继链路层都作为 DTE 工作方式、R2 在物理层和帧中继链路层都作为 DCE 工作方式。

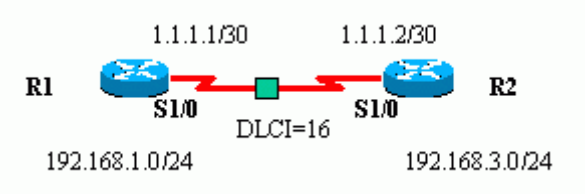

图 2 帧中继电缆线背靠背直连—DCE 示例图

2) 配置步骤

配置路由器 R1：

```
#配置接口 IP 地址
Ruijie(config)# interface serial 1/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.252

#配置接口封装为帧中继 IETF 报文格式
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf

#配置静态地址映射
Ruijie(config-if)# frame-relay map ip 1.1.1.2 16
```

配置路由器 B：

```
#配置帧中继交换功能
Ruijie(config)# frame-relay switching

#配置接口 IP 地址
Ruijie(config)# interface serial 1/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.2 255.255.255.252

#配置接口封装为帧中继 IETF 报文格式
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf

#配置接口的类型 DCE
Ruijie(config-if)# frame-relay intf-type dce

#配置本地 DLCI 号
Ruijie(config-if)# frame-relay local-dlci 16

#配置静态地址映射
Ruijie(config-if)# frame-relay map ip 1.1.1.1 16
```

3.4.3 配置帧中继子接口－点到点子接口示例

1) 组网需求

三台路由器，路由器 R1 封装帧中继点到点子接口，路由器 R2、R3 在物理层接口上封装帧中继，都工作在 DTE 方式，DLCI 号在 R1 上分别是 16、17，R2 的 DLCI 号是 20，R3 的 DLCI 号是 19。采用 ANSI 本地管理类型。

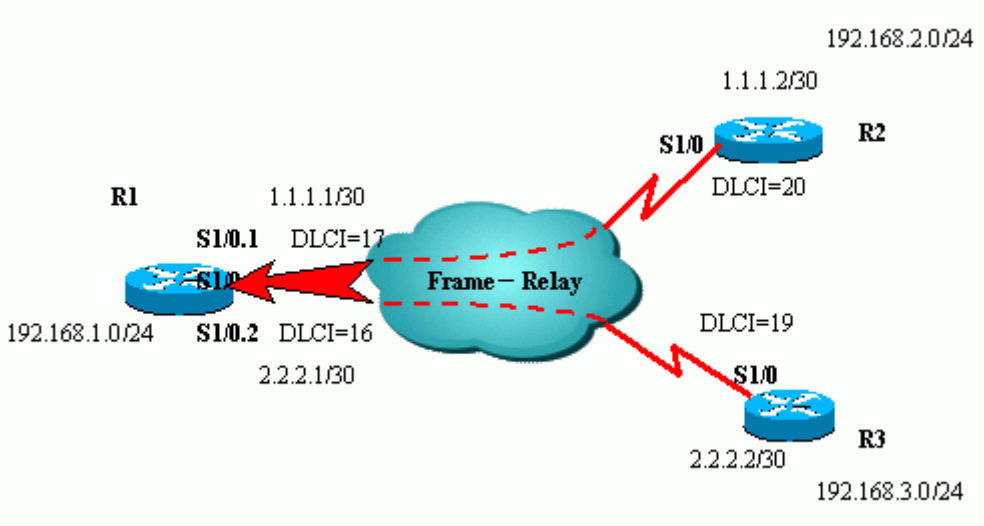

图 3 帧中继点到点子接口配置示例图

2) 配置步骤

配置路由器 R1：

```
#配置物理子接口的帧中继封装格式 ietf，设定 ANSI 本地管理类型
Ruijie(config)# interface serial1/0
```

```
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)# frame-relay lmi-type ansi
```

＃创建帧中继点到点子接口 serial1/0.1，并且设定 IP 地址和指定本地 DLCI 号

```
Ruijie(config)# interface serial1/0.1 point-to-point
Ruijie(config-subif)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.252
Ruijie(config-subif)# frame-relay interface-dlci 16
```

＃创建帧中继点到点子接口 serial1/0.2，并且设定 IP 地址和指定本地 DLCI 号

```
Ruijie(config)# interface serial1/0.2 point-to-point
Ruijie(config-subif)#ip address 2.2.2.1 255.255.255.252
Ruijie(config-subif)# frame-relay interface-dlci 17
```

配置路由器 R2：

＃配置接口 serial1/0 帧中继封装格式 ietf,设定 IP 地址，并且设定 ANSI 本地管理类型

```
Ruijie(config)# interface serial1/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.2 255.255.255.252
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)# frame-relay lmi-type ansi
Ruijie(config-if)#frame-relay map ip 1.1.1.1 20  broadcast
```

配置路由器 R3：

＃配置接口 serial1/0 帧中继封装格式 ietf,设定 IP 地址，并且设定 ANSI 本地管理类型

```
Ruijie(config)# interface serial1/0
Ruijie(config-if)# ip address 2.2.2.2 255.255.255.252
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)# frame-relay lmi-type ansi
Ruijie(config-if)#frame-relay map ip 2.2.2.1 19 broadcast
```

3.4.4 配置帧中继子接口－点到多点子接口示例

1) 组网需求

四台路由器，路由器 R1 的子接口 serial0.1 封装帧中继点到多点子接口，分别映射到 R2、R3 的两个物理接口，路由器 R1 的子接口 serial0.2 封装帧中继点到点子接口，映射到 R4 的物理接口。路由器 R2、R3、R4 在物理层接口上封装帧中继，都工作在 DTE 方式，DLCI 号在 R1 上分别是 16、17、18，R2 的 DLCI 号是 20，R3 的 DLCI 号是 19，R4 的 DLCI 号是 21。采用缺省的 Q933A 本地管理类型。路由器 R1 将采用静态路由映射的方式手工指定帧中继的地址映射表。子接口 Serial0.2 是点到点的子接口类型，在本示例中不细述。

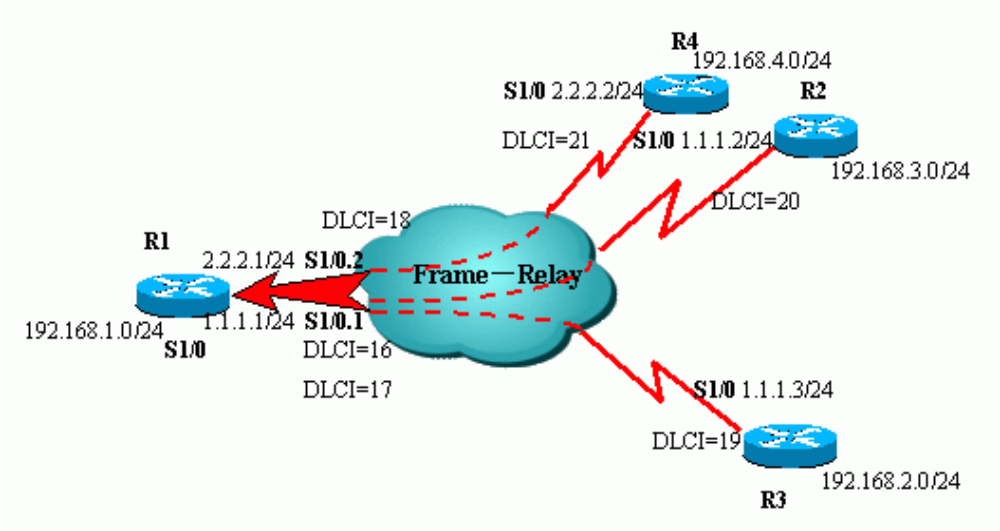

图 4 帧中继点到多点子接口配置示例图

2) 配置步骤

配置路由器 R1：

#配置物理子接口的帧中继封装格式 ietf

```
Ruijie(config)# interface serial1/0
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
```

#创建帧中继点到多点子接口 serial1/0.1，并且设定 IP 地址和指定本地 DLCI 号

```
Ruijie(config)# interface serial1/0.1 multipoint
Ruijie(config-subif)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
Ruijie(config-subif)# frame-relay map ip 1.1.1.2 16
Ruijie(config-subif)# frame-relay map ip 1.1.1.3 17
```

配置路由器 R2：

#配置接口 serial1/0 帧中继封装格式 ietf,设定 IP 地址

```
Ruijie(config)# interface serial1/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)# frame-relay map ip 1.1.1.1 20
```

配置路由器 R3：

#配置接口 serial1/0 帧中继封装格式 ietf,设定 IP 地址

```
Route(config)# interface serial1/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.3 255.255.255.0
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)# frame-relay map ip 1.1.1.1 19
```

3.4.5 配置帧中继交换示例

1) 组网需求

四台路由器，其中的一台路由器仿真成帧中继交换机，使用帧中继交换的功能。R1 路由器封装帧中继并且用多个 IP 地址静态映射，路由器 R2、R3 在物理层接口上封装帧中继，都工作在 DTE 方式，DLCI 号在 R1 上分别是 16，R2 的 DLCI 号是 20，R3 的 DLCI 号是 21。然后，路由器 R1 将被作为点到多点的帧中继接口。路由器 R2 和 R3 分别映射到中心路由器 R1。

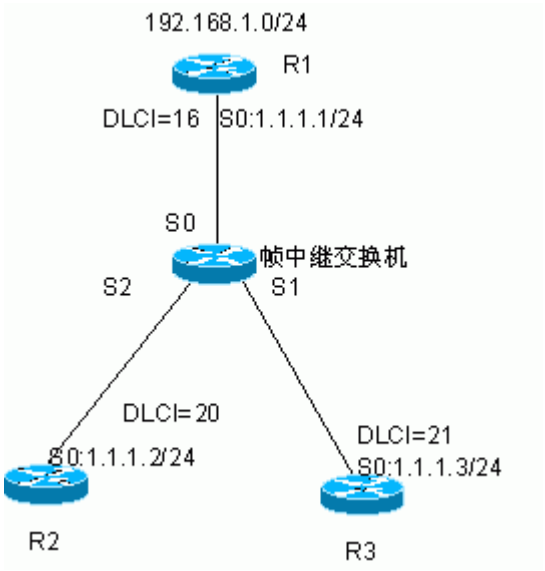

图 5 帧中继点到多点子接口配置示例图

2) 配置步骤

配置帧中继交换路由器

＃允许帧中继交换使能

```
Ruijie(config)#frame-relay switching
```

＃在串口 serial0/0 配置层上，首先将封装帧中继，指定封装格式 DCE，然后配置本地的 DCLI 号 16 serial1 的 DCLI 21 进行交换，配置本地的 DLCI 17 和 serial2 的 DCLI 20 进行交换

```
Ruijie(config)# interface serial0/0
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay
Ruijie(config-if)# frame-relay intf-type dce
Ruijie(config-if)# frame-relay route 16 interface Serial0/1
21
Ruijie(config-if)#frame-relay route 17 interface Serial0/2
20
```

＃在接口 seiral0/1 上，首先配置帧中继接口类型 DCE，然后配置本地的帧中继的 DCLI 号 21 和接口 serial0 的 DCLI 16 进行交换

```
Route(config)# interface Serial0/1
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay
Ruijie(config-if)# frame-relay intf-type dce
Ruijie(config-if)# frame-relay route 21 interface Serial0/0
16
```

＃在接口 seiral0/2 上，首先配置帧中继接口类型 DCE，然后将本地的帧中继的 DCLI 号 20 和接口 serial0 的 DCLI 17 进行交换

```
Ruijie(config)# interface Serial0/2
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay
Ruijie(config-if)# frame-relay intf-type dce
Ruijie(config-if)# frame-relay route 20 interface Serial0/0
17
```

配置路由器 R1：

```
Ruijie(config)# interface serial0/0
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)# frame-relay map ip 1.1.1.2 16
Ruijie(config-if)# frame-relay map ip 1.1.1.3 17
```

配置路由器 R2：

```
Ruijie(config)#interface serial0/0
Ruijie(config-if)#encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)#frame-relay map ip 1.1.1.1 20
```

配置路由器 R3：

```
Ruijie(config)# interface serial0/0
Ruijie(config-if)# encapsulation frame-relay ietf
Ruijie(config-if)# frame-relay map ip 1.1.1.1 21
```

3.5 帧中继故障和诊断

3.5.1 接口无法 Up

有关于帧中继的接口排错的问题，请详见 PPP 链路协议的故障诊断部分。

3.5.2 接口 Up，链路协议无法 Up

接口处于 UP 状态，说明物理层没有问题，首先排除对端或本端是否封装帧中继，然后确认本地的 DTE 和局端（或者仿真的局端）封装的报文格式是否一致（例如都是封装 IETF）。在保证帧中继的封装格式一致的情况之外，还需要保证双方的本地管理信息类型（LMI TYPE）必须一致。

如果以上错误都已经排除，可以通过查看帧中继调试消息来确认 Status Enquiry 消息与 Status 消息的报文序号是否一一对应，如果没有的话，说明物理层数据收发不

正确，请检查物理层的问题。

3.5.3 链路协议 Up，但是无法 Ping 通对方

首先确认本地的 DTE/DCE 之间的协商正确，也就是检查 DTE 和 DCE 链路层协议是否都处于 UP 状态。

然后确认两端的 DTE 设备是否生成了正确的地址映射（可以用命令 **show frame-relay map**）,如果有一方不支持反转 ARP，那么必须用手工设置静态 IP 地址和 DLCI 的映射。

最后检查路由表，是否已生成到达对端的路由。在设置帧中继静态路由时，必须指定帧中继下一跳的 IP 地址。在启用 OSPF 或者 EIGRP 等带有广播报文的路由协议时，必须在 **frame map ip** 命令中增加 **broadcast** 选项，以便路由协议可以通过广播学习到。

第四章 LAPB、X2.5 配置

4.1 LAPB、X2.5 协议介绍

X.25 协议是 X.25 公共分组交换网中数据终端设备(DTE)和数据电路终接设备(DCE)之间的接口规程。 X.25 的第一稿诞生于 1974 年，由 CCITT 颁布，其最初文件取材于美国的 Telenet、Tymnet 和加拿大的 Datapac 分组交换网的经验和建议。并在 1976、1978、1980 和 1984 年又进行了多次修改，增添了许多可选业务功能和设施。

X.25 协议按照 OSI 参考模型的结构，定义了从物理层到分组层一共三层的内容。X.25 协议的第三层（分组层）规程描述了分组层所使用分组的格式和两个三层实体之间进行分组交换的规程；X.25 协议的第二层（链路层）规程也叫做平衡型链路访问规程（LAPB，Link Access Procedure，Balanced），LAPB 定义了 DTE 与 DCE 之间交互的帧的格式和规程； X.25 协议的第一层（物理层）则定义了 DTE 与 DCE 之间进行连接时的一些物理电气特性。

X.25 使得两台数据终端设备 DTE 可以通过 X.25 公用分组交换网进行通信。为了进行一次通信，通信的一端必须首先呼叫另一端，请求在它们之间建立一个连接；被呼叫的一端可以根据自己的情况接收或拒绝这个连接请求。一旦这个连接建立，两端的设备可以全双工地进行信息传输，并且任何一端在任何时候均有权拆除这个连接。X.25 是 DTE 与 DCE 进行点到点交互的规程(永久性虚电路不用呼叫即可有可用的连接)。

在物理层 DTE 通常指的是用户侧的主机或终端等，DCE 则常指同步调制解调器等设备；DTE 与 DCE 直接连接，DCE 连接至分组交换机的某个端口，分组交换机之间建立若干连接，这样，便形成了 DTE 与 DCE 之间的通路。

本章主要描述如何在路由器的广域网口上配置 X.25 协议。当使用 RGNOS 系列路由器通过 X.25 公用分组交换网与另一台封装 X.25 的路由器相连时，需在路由器的广域网口上配置 X.25 协议及 LAPB 协议的参数。

4.2 LAPB 配置

4.2.1 LAPB 配置任务清单

- 配置接口的封装协议
- 配置 LAPB 参数 N1
- 配置 LAPB 参数 N2
- 配置 LAPB 参数 K
- 配置 LAPB 参数 T1

- 配置 LAPB 参数 Modulo
- 配置 LAPB 参数 T4（可选）

4.2.2 配置接口封装协议

配置 LAPB 首先在接口上必须进行封装，因为 LAPB 是点到点的协议，所以封装时，必须有 DTE 和 DCE 两个不同的封装类型。

命令	作用
Ruijie(config-if)# **encapsulation lapb [DTE|DCE]**	在接口上封装 LAPB
Ruijie(config-if)# **no encapsulation lapb [DTE|DCE]**	在接口上将封装的 LAPB 去除

4.2.3 配置 LAPB 参数

请看下表，是 LAPB 的参数设置总汇：

命令	作用	缺省值	取值范围
Ruijie(config-if)# **lapb N1** *bits*	设置最大允许的帧长度，以 Bit 论数，是 8 的倍数	12032	<1096-12104>
Ruijie(config-if)# **lapb N2** *tries*	设置重发次数	20	<1-255>
Ruijie(config-if)# **lapb k** *window-size*	设置滑动窗口的大小	7	<1-Modulo－1>
Ruijie(config-if)# **lapb modulo** *modulu*	设置 LAPB 的模数	8	<8，128>
Ruijie(config-if)# **lapb T1** *milliseconds*	设置 LAPB 的 T1 重发时间	3000	<1-64000>
Ruijie(config-if)# **lapb T4** *seconds*	设置 LAPB 的 T4 时间	0	<0-255>

N1 是 LAPB 协议中的最大帧的长度，以此为限，X.25 的分组的最大长度不超出这个范围。

N2 是 LAPB 数据重新发送的最大次数，超出此次数，LAPB 链路协议将从 UP 转变到 Down。

K 是 LAPB 滑动窗口的大小,滑动窗口是指数据未被对方确认的最大允许的个数。

Modulo 是 LAPB 协议的模数，决定了滑动窗口取值范围,LAPB 滑动窗口取值最大只能是 Modulo-1。LAPB 帧编号方式有两种：模 8 和模 128。每个数据帧（I 帧）均按顺序编号，编号可以从 0 到模数减 1，序列号就在这整个模数的范围内循环。

T1 是重发数据帧的超时时间,T1 的设置必须和对方的配置匹配，T1 设置的时间必须考虑到链路速率问题，如果在报文还没有到达对方，T1 已经超时，那么此时势必造成通讯紊乱。

T4 是 LAPB 的链路探测时间，LAPB 在接收一个帧之后，就会重启复位 T4 计时器，如果 T4 时间一到，LAPB 就马上发送大 Poll 标志的 RR 帧，如果仍然没有收到 RR 帧的应答，LAPB 便将链路挂断，重新协商。T4 时间的设定必须大于 T1 的设定。

4.3 X.25 配置

4.3.1 X.25 配置任务清单

- 配置接口封装协议
- 配置 X.25 地址和映射
- 配置 X.25 虚电缆的信道范围
- 配置 X.25 的流量控制
- 配置 X.25 的超时时间(可选)
- 配置 X.25 的用户设施(可选)
- 配置永久虚电路的 PVC
- 配置 X.25 的多个虚电路并存(可选)
- 配置 x.25 高级功能

4.3.2 配置接口封装协议

配置 X.25 首先在接口上封装协议类型，X.25 有 DTE 和 DCE 两个不同的协议封装格式。系统缺省是 X.25 DTE IETF。其中 IETF 是遵循 RFC－1356 协议。

命令	作用
Ruijie(config-if)# encapsulation x25 [DTE|DCE|ietf]	在接口上封装 X.25
Ruijie(config-if)#no encapsulation X25 [DTE | DCE | ietf]	在接口上将封装的 X.25 去除

4.3.3 配置 X.25 的 X.121 地址和映射

X.25 专线上都有 X.25 本身的网络地址，即是 X.121 地址。这个地址也是 SVC（交换虚电路）所识别的本地号码，如果一个呼入的请求正好是本地 X.121 地址，假设其它响应满足的话，那么 X.25 必须给予正确的响应，否则发送释放请求。X.25 地址设置好也是为本地向远程发送呼叫请求的取地址的依据。命令设置如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **x25 address** *X1.21*	在接口上设置 X.25 地址
Ruijie(config-if)# **no x25 address**	在接口上取消 X.25 地址

X.25 封装之后必须承载上层的网络协议才可以发挥实际的效用，所以必须设置 x.121 地址和网络协议地址之间的转换。请看下表：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **x25 map ip** *ip-address X1.21* [option]	在接口上设置 X.25 地址和 IP 地址的映射

Option 选项常用的选项是 broadcast。Broadcast 可以将网络协议的广播报文转发到 X.25 分组交换网的其它 DTE 设备，在 IP 网络上使用 OSPF 或者 EIGRP 路由协议时，使用该关键字尤其重要。

4.3.4 配置 X.25 虚电路信道范围

使用 X.25 可以在一条物理链路上的 DTE 和 DCE 之间建立多个连接，这些连接称为虚电路或逻辑信道。X.25 最多可建立 4095 条虚电路，编号从 1～4095，不同的虚电路通过逻辑信道标识（LCI）或虚电路号（VCN）来区分。

X.25 的逻辑信道号按照从低到高的顺序划分为：永久虚电路（PVC）、单向呼入信道范围（incoming-only）、双向呼入呼出信道范围（two-way）、单向呼出信道范围（outgoing-only）、四个区域。请看下图：

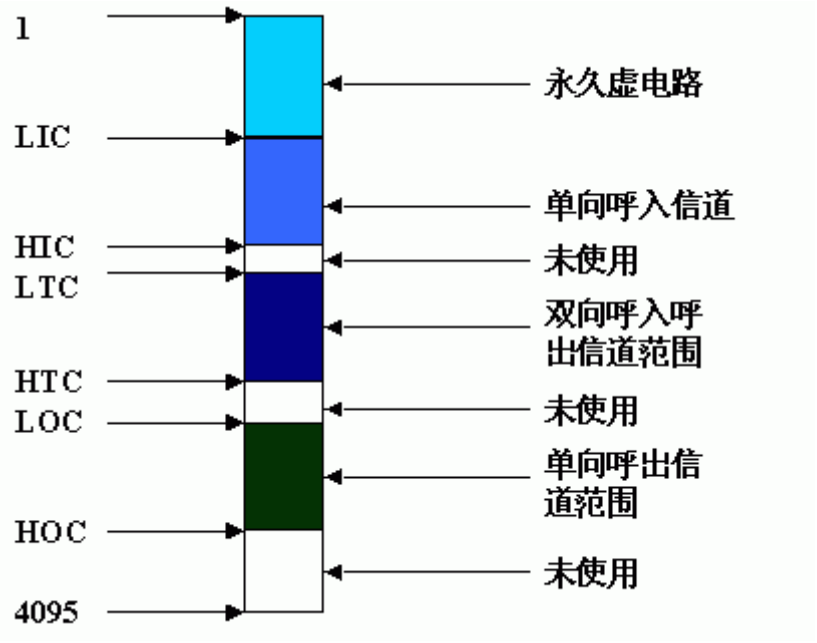

图 1 X.25 信道范围示意图

按照ITU－X.25的建议书，DTE的发起呼叫的是从可用信道范围的最高虚电路号，DCE 的发起呼叫的是从可用信道范围的最低虚电路号，也就是 DTE 从 HOC 开始（如果没有定义 HOC,从 HTC）,DCE 从 LIC（如果没有定义 LIC，从 LTC）开始呼叫。系统缺省设置的信道范围是只有双向呼入呼出的信道范围 LTC＝1，HTC＝1024。其中信道范围的六个参数见下表：

逻辑信道	含义说明
LIC	Lowest Incoming-only Channel：最低单向呼入逻辑信道
HIC	highest Incoming-only Channel：最高单向呼入逻辑信道
LTC	Lowest Tow-way Channel：最低双向呼入呼出逻辑信道
HTC	Highest Tow-way Channel：最高双向呼入呼出逻辑信道
LOC	Lowest Outgoing-only Channel：最低单向呼出逻辑信道
HOC	Highest Outgoing-only Channel： 最高单向呼出逻辑信道

命令如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **x25 lic** *circuit-number*	设置 X.25 最低单向呼入逻辑信道

Ruijie(config-if)# **x25 hic** *circuit-number*	设置 X.25 最高单向呼入逻辑信道
Ruijie(config-if)# **x25 ltc** *circuit-number*	设置 X.25 最低双向呼入呼出逻辑信道
Ruijie(config-if)# **x25 htc** *circuit-number*	设置 X.25 最高双向呼入呼出逻辑信道
Ruijie(config-if)# **x25 loc** *circuit-number*	设置 X.25 最低单向呼出逻辑信道
Ruijie(config-if)# **x25 hoc** *circuit-number*	设置 X.25 最高单向呼出逻辑信道
Ruijie(config-if)# **no x25 lic** *circuit-number*	恢复 X.25 最低单向呼入逻辑信道缺省值
Ruijie(config-if)# **no x25 hic** *circuit-number*	恢复 X.25 最高单向呼入逻辑信道缺省值
Ruijie(config-if)# **no x25 ltc** *circuit-number*	恢复 X.25 最低双向呼入呼出逻辑信道缺省值
Ruijie(config-if)# **no x25 htc** *circuit-number*	恢复 X.25 最高双向呼入呼出逻辑信道缺省值
Ruijie(config-if)# **no x25 loc** *circuit-number*	恢复 X.25 最低单向呼出逻辑信道缺省值
Ruijie(config-if)# **no x25 hoc** *circuit-number*	恢复 X.25 最高单向呼出逻辑信道缺省值

逻辑信道范围的设置必须和 X.25 分组交换网络侧保持一致。

说明:

逻辑信道的改变之后，只有重新启动路由器才能生效

4.3.5 配置 X.25 流量控制

4.3.6 配置 模数 Modulo 大小

RGNOS 系列路由器的 X.25 协议支持标准的 Modulo 8 和扩展的 Modulo 128。设

置 Modulo 128 是为了满足高速带宽下的业务，为此首先必须是分组交换网侧（局方）开放这样的参数，用户侧使用才有意义。一般使用场合，是 Modulo 8。请看命令：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **x25 Module 8**	设置 X.25 Modulo 8
Ruijie(config-if)# **x25 Module 128**	设置 X.25 Modulo 128

4.3.6.1 配置滑动窗口大小

滑动窗口是指数据未被对方确认的最大允许的个数，X.25 滑动窗口有输入滑动窗口 win 和输出滑动窗口 wout，通过设定滑动窗口可以控制 X.25 层的流量，DTE 增加滑动，可以让 X.25 报文更多地未被确认地发送到 DCE，只要 DCE 确认最后一个数据报文地序号就可以。滑动窗口参数的设定必须和局方协商一致，一般两个参数设置成一致。滑动窗口的设置范围最大的是 Modulo－1，缺省是 2。命令：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **x25 win** *packet*	设置 X.25 输入滑动窗口
Ruijie(config-if)# **x25 wout** *packets*	设置 X.25 输出的滑动窗口
Ruijie(config-if)# **no x25 win**	恢复 X.25 输入滑动窗口缺省值
Ruijie(config-if)# **no x25 wout**	恢复 X.25 输出的滑动窗口缺省值

4.3.6.2 配置输入输出最大报文大小

输出最大报文大小 OPS（Output Packet Size）将限制每个 X.25 分组的输出的最大长度，上层网络数据报文的最大传输单元 mtu 一般都大于 OPS，所以超出 X.25 的 OPS 的分组报文通过 X.25 分组交换网将分成碎片，并且以 Mbit 来标识 X.25 碎片的报文，当到达目的的 X.25 终端时，将重新组成完整的报文发送给上层的网络。OPS 一般和输入最大报文大小 IPS（Input Packet Size）设置一样，而且必须和接入的分组交换网协商一致。缺省值 128,取值范围<16-4096>。请看命令：

命令	作用
Ruijie(config-if)#**x25 ops** *size*	设置 X.25 输出最大报文大小
Ruijie(config-if)#**x25 ips** *size*	设置 X.25 输入最大报文大小
Ruijie(config-if)#**no x25 ops**	恢复 X.25 输入最大报文大小缺省值
Ruijie(config-if)#**no x25 ips**	恢复 X.25 输出最大报文大小缺省值

4.3.7 配置 X.25 超时时间

4.3.7.1 配置 DTE/DCE 各个分组的超时时间

按照 ITU－T X.25 的建议书，在发送重新开始、呼叫请求、释放请求、复位请求时都有特定的定时器，当定时器到时，如果没有对这些分组报文的请求应答的话，必须重新发送请求。

命令	作用
Ruijie(config-if)# **x25 t20** *seconds*	设置 X.25 DTE 的重新开始请求的超时时间
Ruijie(config-if)# **x25 t10** *seconds*	设置 X.25 DCE 的重新开始的指示超时时间
Ruijie(config-if)# **x25 t21** *seconds*	设置 X.25 DTE 的出呼请求的超时时间
Ruijie(config-if)# **x25 t11** *seconds*	设置 X.25 DCE 的入呼请求的超时时间
Ruijie(config-if)# **x25 t22** *seconds*	设置 X.25 DTE 的复位请求的超时时间
Ruijie(config-if)# **x25 t23** *seconds*	设置 X.25 DCE 的复位指示的超时时间
Ruijie(config-if)# **x25 t23** *seconds*	设置 X.25 DTE 的释放请求的超时时间
Ruijie(config-if)# **x25 t13** *seconds*	设置 X.25 DCE 的释放指示的超时时间

4.3.8 配置 X.25 永久虚电路 PVC

PVC 是 X.25 专线的等价体，也就是说，交换虚电路需要通过设置 MAP 网络地址和 X121 地址来建立连接，但是 PVC 则不需要呼叫，它永久性地不断连。和网络地址的映射是通过创建 PVC 来实现的。创建的命令如下：

命令	作用
Ruijie(config-if)# **x25 pvc** *circuit protocol address* [option]	创建 X.25 PVC，并且映射到网络地址
Ruijie(config-if)# **no x25 pvc** *circuit*	删除 X.25 PVC 电路

多条 PVC 可以同时并存使用，通过配置 X.25 MAP 命令设置的 nvc 的数目超过所配置的 PVC 数，PVC 也可以和 SVC 并存，但是不论如何，PVC 最大允许的并存的数目不超出 8。PVC 设置范围 1-4095。PVC 的配置详见永久虚电路以及 PVC 配置示例。

4.3.9 配置 X.25 高级功能

4.3.9.1 配置 X.25 子接口

RGNOS 系列路由器支持 X.25 的虚拟子接口，子接口分为两种类型：点到点和点到多点。当创建子接口时，缺省的将创建点到多点子接口，子接口将使用和物理接口相同的 X.121 地址。使用子接口可以很清晰地指定不同网段的 IP 地址，以便映射到不同网段的对方的局域网，对于 IP 路由而言，逻辑更清晰。具体的详见子接口的配置案例。

子接口的应用可以按照如下的步骤进行：

- 创建子接口
- 配置子接口的网络地址
- 建立帧子接口的地址映射

子接口的创建可以按如下的步骤进行：

命令	作用
Ruijie(config)# **interface serial** *number*	进入同步串口的物理层接口
Ruijie(config-if)# **encapsulation x25 [dte|dce|ietf]**	封装 X.25，推荐 ietf 格式
Ruijie(config-if)# **X25 address** *address*	设置 X.121 地址
Ruijie(config)# **interface serial** *number.subinterface-number* [**multipoint|point-to-point**]	退出到全局配置层，再创建 X.25 的子接口，并指定接口的类型。

在子接口中配置 IP 网络地址和其它物理接口的 IP 地址的设置一致。创建子接口的地址映射和物理接口中配置 X.25 的 X.121 地址和 IP 地址的映射一致。

4.4 LAPB 监控和维护

利用如下的命令可以允许在打印出 LAPB 的调试信息。

命令	作用
Ruijie# **debug lapb**	允许 LAPB 调试信息

serial 1/3: LAPB I CONNECT (7) IFRAME 1 2
serial 1/3: LAPB O CONNECT (93) IFRAME 2 2

serial 1/3: LAPB I CONNECT (2) RR (R) 3
serial 1/3: LAPB I CONNECT (93) IFRAME 2 3
serial 1/3: LAPB O CONNECT (2) RR (R) 3
serial 1/3: LAPB O CONNECT (93) IFRAME 3 3

其中：serial 1/3:表示接口的名称，O（output）表示 LAPB 报文输出，I（Input）表示报文的输入，SABMSENT 表示的链路的状态是处于 SAMB 帧发送状态，（2）表示报文的长度，SABM 表示帧类型，P 表示 Poll 轮询标志。

4.5 X.25 监控和维护

4.5.1 X.25 调试信息

通过打开 X.25 调试命令，可以跟踪 X.25 的运行情况，

命令	作用
Ruijie# debug x25 packet	允许 X25 调试信息

serial 1/3: X25 O P3 CALL REQUEST (13) 8 lci 1
From(4):2222 To(4):3333
Facilities: (0)
Call User Data (4): 0xcc0 0 0 (ip)!
serial 1/3: X25 I P3 CALL CONNECTED (5) 8 lci 1
From(0): To(0):
Facilities: (0)
serial 1/3: X25 O P4 DATA (91) 8 lci 1 PS 0 PR 0
serial 1/3: X25 I P4 DATA (91) 8 lci 1 PS 0 PR 1
serial 1/3: X25 O D1 DATA (91) 8 lci 1 PS 1 PR 1!
serial 1/3: X25 I D1 DATA (91) 8 lci 1 PS 1 PR 2

从以上看出，开始由 X.25 本地发起呼叫请求，逻辑信道号取 16，呼叫是从本地的 2222 X.121 地址到远程的 X.121 地址 1111，呼叫用户数据类型是 0xCC(IP 类型)。接着收到呼叫接受确认，于是建立了 X.25 虚电路链接。此后，就可以进行分组数据发送，其中 PS 是 X.25 发送递增的序号 PR 是期望对方分组数据的发送序号，并且认可了 PR－1 以前（包括 PR-1）的所有分组。对于呼叫用户数据类型，0x01 是 PAD 类型，0xd5 是桥接，0xd3 是 IPX。

4.5.2 显示 X.25 接口信息

用如下的命令可以查看 X.25 接口的信息

命令	作用
Ruijie# show interface serial number	查看 X.25 接口的信息

Ruijie# **show interface serial** *1/3*
serial 1/3 is UP , line protocol is UP
Hardware is Infineon DSCC4 PEB20534 H-10 serial
Interface address is: 2.2.2.1/24
MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
Encapsulation protocol is X.25, loopback not set
Keepalive interval is 0 sec , no set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
LAPB DCE, modulo 8, k 7, N1 12056, N2 20
T1 3000, interface outage (partial T3) 0, T4 0
State CONNECT, VS 7, VR 7, Remote VR 7, Retransmissions 0
Queues: U/S frames 0, I frames 0, unack. 0, reTx 0
IFRAMEs 57/55 RNRs 0/0 REJs 0/0 SABM/Es 3/40 FRMRs 0/0 DISCs 0/0
X25 DCE, address 2222, state R1, modulo 8
Defaults: DEF encapsulation, idle 0, nvc 3
input/output window sizes 2/2, packet sizes 128/128
Timers: T10 60, T11 180, T12 60, T13 60, TH 0
Channels: Incoming-only none, Two-way 1-1024, Outgoing-only none
RESTARTs 43/4 CALLs 6+3/1+0/0+0 DIAGs 0/0
Queueing strategy: FIFO
Output queue 0/40, 0 drops;
Input queue 0/75, 0 drops
5 minutes input rate 17 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 14 bits/sec, 0 packets/sec
181 packets input, 4401 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
100 packets output, 3733 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
7 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

通过查看接口的信息，我们可以了解到：
接口是否 UP，Line Protocol 是否 Up，只要 LAPB（X.25 的第二层）协商通过，Line Protocol 就可以 Up。
第二层 LAPB 协议的参数：模数、滑动窗口、最大帧长度、重发次数、以及时钟定时器。
第二层数据收发的连接情况：本地发送帧序号 VS、确认对方帧的序号 VR、对端认可本地并且期望本地发送的序号 Remote VR。
X.25 封装的协议的类型，X.121 地址、当前状态
X.25 流控参数：滑动窗口的大小、最大输入输出分组大小
X.25 定时时钟：T20、T21、T22、T23
X.25 信道定义范围：单向入呼信道范围、双向呼入呼出范围、单向呼出信道范围
X.25 各个类型的分组的统计值：Restart 输入输出的分组个数、各个信道范围的呼

叫分组个数、诊断分组个数。

4.5.3 X.25 维护命令

通过 show X25 命令可以查看 X.25 各种详细的情况,通过 Clear X25－VC 命令可以将指定接口和指定虚电路手动释放。

命令	作用
Ruijie# show x25 map	显示 X.25 地址映射表
Ruijie# show x25 vc	显示 X.25 虚电路信息

下面简述以最常用的维护命令

```
show x25 map
serial 1/3: X.121 3333 <--> ip 2.2.2.2
PERMANENT, 1 VC: 1
```

以上的地址映射信息表明：到远程地址 2.2.2.2 的映射的 x.121 地址是 3333，已经激活的 SVC 的 LCN＝1。广播类型。

```
Show x25 vc
SVC 1,  State: D1,  Interface: serial 1/3
Connects 3333 <--> ip 2.2.2.2
no Tx data PID
Window size input: 2, output: 2
Packet size input: 128, output: 128
PS: 5  PR: 5  ACK: 4  Remote PR: 5  RCNT: 1  RNR: FALSE
Retransmits: 0  Reassembly (bytes): 0
Held Fragments/Packets: 0/0
Bytes 440/440 Packets 5/5 Resets 0/0 RNRs 0/0 REJs 0/0 INTs
0/0
```

本命令将显示所有的虚电路，上例是交换虚电路 SVC LCN＝1，状态处于 D1（数据传输状态），本虚电路在接口 seiral0，地址映射是到 1.1.1.2 地址的必须通过呼叫 2222 x.121 地址，PS 本地数据分组的发送序号，PR 是期望对端 x.25 发送数据分组的序号，同时也是认可对端 X.25 的 PS=4 和以前的分组。

4.6 LAPB、X.25 典型配置举例

4.6.1 典型 LAPB 封装配置示例

1) 组网需求

两台路由器 R1 和 R2，R1 封装 LAPB DTE,IP 地址 1.1.1.1/30，R2 封装 LAPB DCE，IP 地址 1.1.1.2/30。通过点到点的方式连接，完成 IP 报文转发的目的。

图 2 LAPB 配置示例图

2) 配置步骤

配置路由器 R1：

```
#配置接口 IP 地址，封装 lapb DTE
Ruijie(config)# interface serial 0/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.252
Ruijie(config-if)# encapsulation lapb dte
```

配置路由器 R2：

```
#配置接口 IP 地址，封装 lapb DCE
Ruijie(config)# interface serial 0/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.2 255.255.255.252
Ruijie(config-if)# encapsulation lapb dce
```

4.6.2 典型 X.25 配置示例

1) 组网需求

异地的两台路由器 R1 和 R2，R1 封装 X.25 DTE IETF,IP 地址 1.1.1.1/30，X.25 的 X121 地址 11111111，信道范围 LTC-HTC 1－16，OPS/IPS 512,其它缺省；R2 封装 X.25 DTE IETF,IP 地址 1.1.1.2/30，X.25 的 X121 地址 22222222，信道范围 LTC-HTC 1－16，OPS/IPS 512,其它缺省。通过公共分组交换网的方式连接，完成 IP 报文转换的目的。

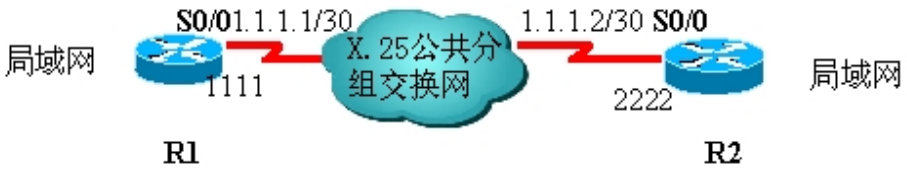

图 3 X.25 典型配置示例图

2) 配置步骤

配置路由器 R1：

```
#配置接口 IP 地址，封装 lapb DTE
Ruijie(config)# interface serial 0/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.252
```

```
Ruijie(config-if)# encapsulation x.25 dte ietf
Ruijie(config-if)# x25 address 11111111
Ruijie(config-if)# x25 htc 16
Ruijie(config-if)# x25 ops 512
Ruijie(config-if)# x25 ips 512
Ruijie(config-if)# x25 map ip 1.1.1.2 22222222
```

配置路由器 R2：

```
#配置接口 IP 地址，封装 lapb DCE
Ruijie(config)# interface serial 0/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.2 255.255.255.252
Ruijie(config-if)# encapsulation x.25 dte ietf
Ruijie(config-if)# x25 address 22222222
Ruijie(config-if)# x25 htc 16
Ruijie(config-if)# x25 ops 512
Ruijie(config-if)# x25 ips 512
Ruijie(config-if)# x25 map ip 1.1.1.1 11111111
```

4.6.3 X.25 子接口配置示例

1) 组网需求

将路由器 R1 当作中心业务路由器，被分配两个网段的 IP 地址，所以采用点到点的子接口，两个 DTE 设备－由器 R3 和 R2,只是呼叫或者接受 R1 路由器的 X.121 地址。R2 和 R3 之间由于受水平分割的限制，在网络层上无法互相通讯。参数如下图所示，其它缺省。

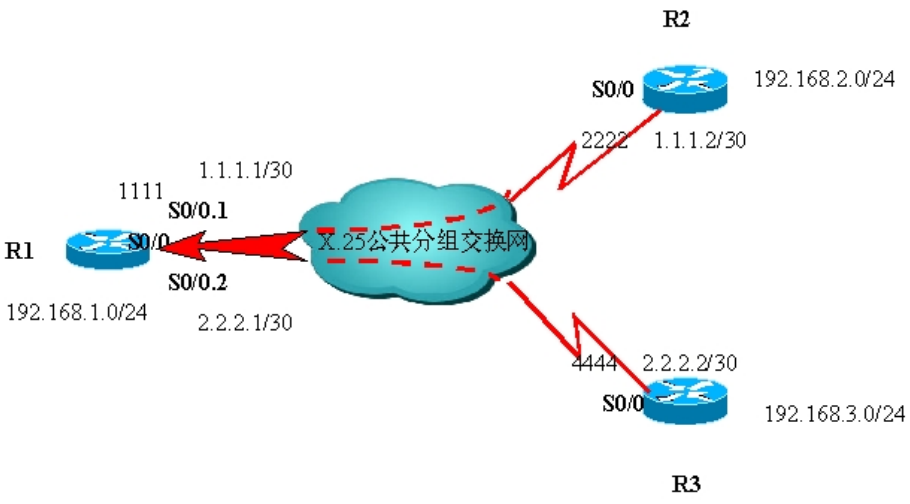

图 6 X.25 子接口配置示例图

2) 配置步骤

配置路由器 R1：

```
#封装物理接口 x.25 DTE、配置本地 X.121 地址
Ruijie(config)# interface Serial0/0
Ruijie(config-if)# no ip address
Ruijie(config-if)# encapsulation x25 ietf
Ruijie(config-if)# x25 address 1111

#创建点到点子接口 serial0.1，配置子接口 IP 地址以及地址映射
Ruijie(config)# interface Serial0/0.1 point-to-point
Ruijie(config-subif)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.252
Ruijie(config-subif)# x25 map ip 1.1.1.2 2222 broadcast

#创建点到点子接口 serial0.2，配置子接口 IP 地址以及地址映射
Ruijie(config)# interface Serial0/0.2 point-to-point
Ruijie(config-subif)#ip address 2.2.2.1 255.255.255.252
Ruijie(config-subif)# x25 map ip 2.2.2.2 4444 broadcast
```

配置路由器 R2：

```
Ruijie(config)# interface serial 0/0
Ruijie(config-if)# ip address 1.1.1.2 255.255.255.252
Ruijie(config-if)# encapsulation x25 dte ietf
Ruijie(config-if)# x25 address 2222
Ruijie(config-if)# x25 map ip 1.1.1.1 1111 broadcast
```

配置路由器 R3：

```
Ruijie(config)# interface serial 0/0
Ruijie(config-if)# ip address 2.2.2.2 255.255.255.252
Ruijie(config-if)# encapsulation x25 dte ietf
Ruijie(config-if)# x25 address 4444
Ruijie(config-if)# x25 map ip 2.2.2.1 1111 broadcast
```

4.7 LAPB、X.25 故障和诊断

4.7.1 LAPB 链路层没有 Up

在 **show interface serial** 时看到 “Line protocol Down”，根据 debug lapb 调试信息

1. 如果只能看到 Serial0: LAPB O SABMSENT (2) SABM P， 而从未有输入的帧，说明存在物理层无法接收 LAPB 数据帧的问题。首先保证物理层没有故障，即能看到 Modem 灯亮和看到 **show interface serial** *0* 上的“ serial 0 is up”；然后应该注意到 Modem 的 RD 亮，并且能闪烁，而且在 **Show interface serial** *0* 上注意到了“Input packets”计数不为 0；最后，确保对端封装了 X.25 协议，如果是其它协议，那么 LAPB 无法收到正确的帧。自然 **Line protocol Down**。

2. 如果看到 Serial0: LAPB O DMSENT (2) SABM P ”的提示得同时又看到

“Serial Lapb (S1) I: DM [2]”的提示，说明用户端和局方都封装了 DCE。改变用户端的封装模式成 DTE 即可。

3. 如果看到“Serial0: LAPB O SABMSENT (2) SABM P ”的提示得同时又看到“Serial0: LAPB I: SABM （2）P”的提示，说明用户端和局方都封装了 DTE。将局方的封装模式改成 DCE 即可。

4.7.2 链路协议 Up，但是 IP 通讯不正常

1） 链路协议 Up，但是无法 Ping 通对端的 Ip 地址

“Line Protocol Up” 只是 LAPB 层已经处于激活状态， 要 Ping 通对方的 IP 地址还需要本地 X.121 地址的设置必须正确，即被局方认可；远程用户的 X.121 地址的设置必须正确，即被远程的局方认可；本地 x25 映射的远程的 IP 地址和远程 x.121 地址必须正确。远程用户 x25 映射的本地的 IP 地址和本地 x.121 地址必须正确。

监视跟踪 X.25 的调试信息，发现由 Ping 发起的呼叫都被分组交换所拒绝，此时应该考虑到逻辑信道的设置是否和局方所给定的范围一致。即保持 DTE/DCE 接口的逻辑信道范围一致。

2） 能 Ping 通对方的 IP 地址，但是包的大小被限制，不能 Ping 通大于 OPS 的包。

超出 OPS 大小的包势必被分割成若干段碎片，如果 X.25 DTE/DCE 接口的 OPS/IPS 设置不一致，势必造成碎片在分组交换网中的丢失，所以应该将 OPS/IPS 和局方协商一致。